

## Урок 7. Ручне дугове зварювання кольорових металів і їхніх сплавів

Звичайно зварювальний дріт підбирають з умови однорідності з основним металом або з трохи підвищеним змістом одного або декількох елементів проти основного металу з урахуванням неминучого збідніння металу шва деякими елементами (Mg, Zn) при зварюванні.

Технологія зварювання. Для дугового зварювання алюмінію застосовують покриті електроди марки ОЗА-1 (досвідчений завод, для алюмінію, модель 1) зі стрижнем з алюмінієвого дроту.

Зварювання цими електродами виробляється в нижнім і вертикальному положеннях постійним струмом зворотної полярності, короткою дугою без поперечних коливань. При діаметрі електрода 4 мм струм береться 120-140 А, для інших діаметрів — вище. Зварювання здійснюють з підігрівом виробу до температури 200-250 °С при товщині металу 6 - 10мм, 300-350°С при 10-16 мм. Електроди перед уживанням (за кілька хвилин) просушують при температурі 200 °С в плин 2 ч. Після зварювання зварювальний шлак негайно видаляють сталевую щіткою з промиванням гарячою водою.

Для заварки ливарних порошків у виробках застосовують покриті алюмінієві електроди марки ОЗА-2.

Форма підготовки крайок під зварювання алюмінієвих сплавів подібна підготовці при зварюванні сталей. Шви по можливості виконуються однопрохідними і на великих швидкостях.

Зварювання вугільним електродом виробляється на постійному струмі прямої полярності. Аркуші товщиною до 3 мм бажано зварювати з отбортовкой крайок без присадочного металу. Зварювання більш товстих аркушів вимагає оброблення крайок і застосування присадки. Бажане застосування масивних мідних або сталевих підкладок під аркуші, що зварюються. Можна використовувати флюс марки АФ-4а або флюс наступного складу: 45% хлористого калію, 15% хлористого літію, 30% хлористого натрію, 7 % фтористого калію і 3 % сірчаноокислового натрію.

### Зварювання титанових сплавів

При питомій щільності в 4,5 г/см<sup>3</sup> титан і його сплави мають тимчасовий опір розривові  $(45 \div 150) \cdot 107$  Па. Заміна стали титаном зменшує масу виробів на 20 - 30%.

Титан має також високу антикорозійну стійкість. Для зварених виробів використовується технічний титан марок ВТ 1-00, ВТ 1-0, ВТ-1 і його сплави з алюмінієм, хромом, молібденом, оловом, ванадієм, марганцем, церієм марок ВТ5, ВТ5-1, ВТ6, ВТ8, ВТ 14 і ін.

Титан більш активний у порівнянні з алюмінієм до поглинання кисню, азоту і водню в процесі нагрівання. Тому при зварюванні технічного титана необхідний особливо надійний захист від цих газів. Такий захист здійснюється при дуговому зварюванні в інертному газі, а також при використанні флюсу-пасти, наносимої на крайки, що зварюються. Інститут електрозварювання ім. Е. О. Патона розробив серію спеціальних флюсів-паст (від АН-ТА до АН-Т17А), що по складу є бескислородними фторидно-хлоридними. Дугове зварювання титана і його сплавів покритими електродами, вугільною дугою, а також газовим полум'ям не застосовується. Останніми видами зварювання не можна забезпечити висока якість зварених з'єднань через занадто велику активність титана до кисню, азоту і водню.

Технічний титан з'єднують аргоно-дуговий, дуговий під флюсом і деякими видами зварювання тиском.

### **Зварювання магнієвих сплавів**

Магній має велику спорідненість до кисню, чим титан. Магній, з'єднуючись з киснем, утворить тугоплавкий і важкий оксид магнію. Температури плавлення магнію й оксиду магнію відповідно рівні 651 і 2150°C, питомі щільності — відповідно 1,74 і 3,2 г/см<sup>3</sup>. Щільність магнієвих сплавів близько 1,8 г/см<sup>3</sup>. Тимчасовий опір сплавів при розтяганні складає (21 ÷ 34)10<sup>5</sup> Па.

Магнієві сплави зварюють вольфрамовим електродом в аргоні. Газове зварювання, дугове зварювання покритими електродами і вугільним електродом застосовуються рідко. Аргонодугового зварювання рекомендується застосовувати тільки для всіх магнієвих сплавів. Газове зварювання можна застосовувати тільки для сплавів марок МА1, МА2, МА8, МЛ2, МЛ5 і МЛ7 і лише з застосуванням флюсу з фтористих солей. Найкращим флюсом вважають флюс марки ВФ-156 (33,3% фтористого барію, 24,8% фтористого магнію, 19,5% фтористого літію, 14,8% фтористого кальцію, 4,8 натрієві кріоліти, 2,8 % оксиду магнію).

Основні вимоги безпеки праці при зварюванні кольорових металів і їхніх сплавів

1. При дуговому і газовому зварюванні кольорових металів і сплавів необхідно дотримувати вимоги.
2. Необхідно підсилити від місця зварювання кольорових металів відсос пар і зварювального пилу.
3. Зварювання латуней на відкритій площадці необхідно виконувати з респіратором марок ШБ-1., «Пелюсток», «Астра-2» і ін., а в замкнутих резервуарах - зі шланговим протигазом, щоб не допустити влучення в дихальні органи пар цинку, що входить до складу латуней.

## Урок 8. Газове зварювання кольорових металів і їхніх сплавів

Газове зварювання алюмінію і його сплавів забезпечує задовільну якість зварених з'єднань. Потужність газового полум'я при зварюванні підбирається в залежності від товщини металу, що зварюється.

При газовому зварюванні алюмінію і його сплавів застосовують флюси. Флюс АФ-4а розводять дистильованою водою і наносять на крайки, що зварюються. При зварюванні застосовують присадочний дріт тієї ж марки, що і метал, що зварюється.

### Зварювання титанових сплавів

При питомій щільності в 4,5 г/см<sup>3</sup> титан і його сплави мають тимчасовий опір розривові (45 150) • 107 Па. Заміна стали титаном зменшує масу виробів на 20 - 30%.

Титан має також високу антикорозійну стійкість. Для зварених виробів використовується технічний титан марок ВТ 1-00, ВТ 1-0, ВТ-1 і його сплави з алюмінієм, хромом, молібденом, оловом, ванадієм, марганцем, церієм марок ВТ5, ВТ5-1, ВТ6, ВТ8, ВТ 14 і ін.

Титан більш активний у порівнянні з алюмінієм до поглинання кисню, азоту і водню в процесі нагрівання. Тому при зварюванні технічного титана необхідний особливо надійний захист від цих газів. Такий захист здійснюється при дуговому зварюванні в інертному газі, а також при використанні флюсу-пасти, наносимої на крайки, що зварюються. Інститут електрозварювання ім. Е. О. Патона розробив серію спеціальних флюсів-паст (від АН-ТА до АН-Т17А), що по складу є бескислородними фторидно-хлоридними. Дугове зварювання титана і його сплавів покритими електродами, вугільною дугою, а також газовим полум'ям не застосовується. Останніми видами зварювання не можна забезпечити висока якість зварених з'єднань через занадто велику активність титана до кисню, азоту і водню.

Технічний титан з'єднують аргоно-дуговий, дуговий під флюсом і деякими видами зварювання тиском.

### Зварювання магнієвих сплавів

Магній має велику спорідненість до кисню, чим титан. Магній, з'єднуючись з киснем, утворює тугоплавкий і важкий оксид магнію. Температури плавлення магнію й оксиду магнію відповідно рівні 651 і 2150°С, питомі щільності —

відповідно 1,74 і 3,2 г/см<sup>3</sup>. Щільність магнієвих сплавів близько 1,8 г/см<sup>3</sup>. Тимчасовий опір сплавів при розтяганні складає (21 34)10<sup>5</sup> Па.

Магнієві сплави зварюють вольфрамовим електродом в аргоні. Газове зварювання, дугове зварювання покритими електродами і вугільним електродом застосовуються рідко. Аргонодугового зварювання рекомендується застосовувати тільки для всіх магнієвих сплавів. Газове зварювання можна застосовувати тільки для сплавів марок МА1, МА2, МА8, МЛ2, МЛ5 і МЛ7 і лише з застосуванням флюсу з фтористих солей. Найкращим флюсом вважають флюс марки ВФ-156 (33,3% фтористого барію, 24,8% фтористого магнію, 19,5% фтористого літію, 14,8% фтористого кальцію, 4,8 натрієві криоліти, 2,8 % оксиду магнію).

Основні вимоги безпеки праці при зварюванні кольорових металів і їхніх сплавів

1. При дуговому і газовому зварюванні кольорових металів і сплавів необхідно дотримувати вимоги.

2. Необхідно підсилити від місця зварювання кольорових металів відсос пар і зварювального пилю.

3. Зварювання латуней на відкритій площадці необхідно виконувати з респіратором марок ШБ-1., «Пелюсток», «Астра-2» і ін., а в замкнених резервуарах - зі шланговим протигазом, щоб не допустити влучення в дихальні органи пар цинку, що входить до складу латуней.

## **Урок 9. Зварювання кольорових металів**

Мідь відрізняється від сталі тим, що має високу теплопровідність, яка майже в 6 раз перевищує теплопровідність сталі, інтенсивно поглинає і розчиняє різні гази, утворюючи з киснем закис  $\text{Si}_2\text{O}$  і окис  $\text{SiO}$  міді. Закис міді з міддю створює евтектику, температура плавлення якої (1064° С) нижче температури плавлення міді (1083° С). При затвердненні рідкої міді ця евтектика розташовується по границях зерен, робить мідь крихкою і схильною до утворення тріщин. Тому основним завданням при зварюванні міді є захист її від окислення і активне розкислення зварювальної ванни.

Найбільш поширене газове зварювання міді ацетиленово-кисневим полум'ям за допомогою пальників в 1,5--2 рази потужніших, ніж при зварюванні сталей. Присадним металом служать мідні прутки, що містять як розкислювачі до 0,25% фосфору і до 1,25% кремнію, а також фосфориста бронза, до складу якої входить 0,25% фосфору і 1,5--10% олова.

При товщині виробів більше 5--6 мм їх попередньо підігрівають до температури 250--300° С. Флюсами при зварюванні служать прожарена бура або суміш, що складається з 70% бури і 30% борної кислоти.

Для підвищення механічних властивостей і поліпшення структури наплавленого металу мідь після зварювання проковують при температурі близько 200--300° С. Проковану мідь знову нагрівають до 500-- 550° С і охолоджують у воді.

Мідь можна зварювати також електродуговим способом вугільними або металевими електродами, в струмені захисних газів під шаром флюсу на конденсаторних машинах, способом тертя.

Латунь, так само як і мідь, в більшості випадків зварюють ацетиленово-кисневим полум'ям. Газове зварювання латуні ведуть окислювальним полум'ям, при якому на поверхні ванни з'являється плівка тугоплавкого окису цинку, що зменшує дальше вигорання і випаровування цинку. Як присадний метал застосовують латунний дріт з присадкою до 0,5% кремнію. Флюси використовують ті ж самі, що і при зварюванні міді.

При нагріванні бронзи вище температури 500° С вона втрачає в'язкість і стає крихкою. Для запобігання з'явленню тріщин під час зварювання застосовують попередній підігрів до 300--450° С.

Всі сорти бронзи мають цілком задовільну зварюваність. Бронзи, що містять олово, найчастіше зварюють ацетилено-кисневим полум'ямз застосуванням тих же флюсів, що й при зварюванні міді. Присадним металом служить фосфориста бронза або латунь. Алюмінієві або алюмінієво-залізисті бронзи краще зварюються електродуговим способом вугільними або металевими електродами. Як присадний метал в цьому випадку застосовують прутки такого ж складу, що й основний метал, а як флюси або електродні покриття -- хлористі і фтористі сполуки калію і натрію.

Основними факторами, що утруднюють зварювання алюмінію, є низька температура його плавлення (658° С), велика теплопровідність (яка приблизно в три рази перевищує теплопровідність сталі), утворення тугоплавких окислів алюмінію Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, що мають температуру плавлення 2050° С і щільність (3,9 \* 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>), яка значно перевищує щільність алюмінію (2,7 \* 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>). Крім того, ці окисли слабо реагують як з кислими, так і з основними флюсами і тому погано видаляються із шва.

Найбільш широко використовують газове зварювання алюмінію ацетиленово-кисневим полум'ям. За останні роки значного поширення набуло також автоматичне дугове зварювання металевими електродами під флюсом і в середовищі аргону. При всіх способах зварювання, за винятком аргонодугового, застосовують флюси або покриті електроди, до складу яких входять хлористі і

фтористі сполуки літію, калію, натрію і інших елементів. Під впливом флюсів А1203 переходить в летючий АІСід, що має низьку щільність ( $2,4 * 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) і самосубліма-ційний при температурі 183 С. Як присадний метал при всіх способах зварювання використовують дрiт або стержні того ж складу, що й основний метал.

До сплавів алюмінію, які широко застосовуються в техніці, належать алюмінієво-марганцевисті, алюмінієво-магнієві, алюмінієво-мідні і алюмінієво-кремністі. Перші два сплави мають хорошу зварюваність і їх зварюють аналогічно алюмінію. Гірше зварюються два інших сплави -- дуралюміній і силумін, які звичайно зварюють ацетиленово-кисневим полум'ям.

Із магнієвих сплавів для зварних конструкцій використовують переважно магнієво-марганцевисті, які краще інших зварюються за допомогою контактного, газового і аргонодугового зварювання. При газовому зварюванні обов'язково застосовують фторидні флюси, які на відміну від хлоридних не викликають корозії зварних з'єднань. Дугове зварювання магнієвих сплавів металевими електродами через низьку якість зварних швів до цього часу не застосовується.

При зварюванні магнієвих сплавів спостерігається великий ріст зерна у навколошовних ділянках і сильний розвиток стовпчастих кристалів у зварному шві. Тому границя міцності зварних з'єднань становить 55--60% границі міцності основного металу.

Нікель і деякі його сплави зварюють вольфрамовим електродом в аргоні, дуговим зварюванням покритими електродами і під флюсом. Зварювання в аргоні виконують на постійному струмі при прямій полярності. При ручному, як і при автоматичному зварюванні під флюсом, як присадний метал використовують дрiт того ж складу, що й основний метал. На електродні стержні наносять покриття типу УОНІ-13/45; автоматичне зварювання здійснюється під фторидними флюсами.

Титан зварюють вольфрамовими електродами в середовищі інертних газів і плавкими металевими електродами під фторидними і хлоридними флюсами, які не містять кисневих сполук. Зварювання в середовищі інертних газів ведуть на постійному струмі прямої полярності, а зварювання під флюсом -- на постійному струмі зворотної полярності.

Газове зварювання для титану і його сплавів не застосовується.

Свинець зварюють ацетиленово-кисневим і воднево-кисневим полум'ям. Зварювання виконують в нижньому положенні з застосуванням присадного металу або без нього.

При виготовленні конструкцій з цирконію, танталу і ніобію найбільш поширене зварювання в аргоні і гелії вольфрамовими і плавкими електродами, а також електронним променем у вакуумі.

Молибден зварюють як електронним променем у вакуумі, так і вольфрамовими електродами в камерах з контрольованою атмосферою. Як контрольовану атмосферу використовують захисні інертні гази -- аргон або гелій, якими заповнюються вакуумні камери.

## Урок 10. Сутність і основні умови різання

Кисневе різання сталі, заснована на властивості заліза горіти в струмені чистого кисню, будучи нагрітим, до температури, близької до температури плавлення.

Температура загоряння заліза в кисні залежить від стану, в якому воно знаходиться. Так, наприклад, залізний порошок загоряється при  $315^{\circ}\text{C}$ , тонке листове або смуговий залізо - при  $930^{\circ}\text{C}$ , а поверхня великого шматка сталі - при  $1200-1300^{\circ}\text{C}$ . Горіння заліза відбувається з виділенням значної кількості тепла і може підтримуватися за рахунок теплоти згоряння заліза.

Нагрівання металу при різанні виробляють газокисневі полум'ям. В якості горючих при різанні можуть застосовуватися ацетилен, пропан-бутан, піролізний, природний, коксовий та міської газу, пари гасу.

Крім підігріву металу до температури горіння в кисні, підігрівають полум'я виконує ще такі додаткові функції:

- підігріває передню (у напрямку різання) верхню крайку різку попереду струменя ріжучого кисню до температури займання, що забезпечує безперервність процесу різання;
- вводить в зону реакції окислення додаткове тепло, яке покриває його втрати за рахунок теплопровідності металу і в навколишнє середовище; це має особливо важливе значення при різанні металу малої товщини;
- створює захисну оболонку навколо ріжучої струменя кисню, що охороняє від підсосу в неї азоту з навколишнього повітря;
- підігріває додатково нижню крайку різку, що важливо при різанні великих товщин.

Потужність підігрівається полум'я залежить від товщини і складу розрізаючої сталі і температури металу перед різкою.

Метал нагрівають на вузькій ділянці на початку різку, а потім на нагріте місце направляють струмінь ріжучого кисню, одночасно пересуваючи різак по наміченій лінії різку. Метал згоряє по всій товщині листа, в якому утворюється вузька щілина. Інтенсивне горіння заліза в кисні відбувається тільки в шарах, прикордонних з поверхнею ріжучої струменя кисню, який проникає (дифундує) в метал на дуже малу глибину.

З моменту початку різання подальший підігрів металу до температури займання відбувається, в основному, за рахунок тепла реакції горіння заліза. При чистою, вільною від іржі і окалини поверхні, різка може продовжуватися і без додаткового підігріву. Однак краще продовжувати різати з підігрівом, оскільки це прискорює процес.

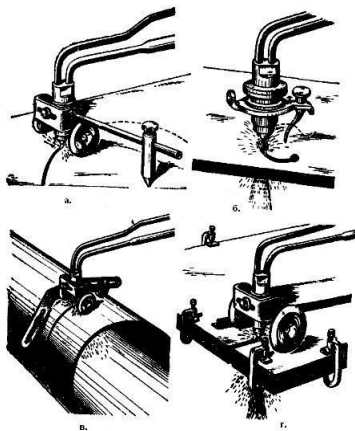


Рис. 1. Найпростіші пристосування для різання:

а - для вирізки фланців,

б - для вирізки отворів,

в - для різання труб,

г - для пакетної різки.

Для процесу різання металу киснем необхідні наступні умови:

- температура горіння металу в кисні повинна бути нижче температури плавлення, інакше метал буде плавитися і переходити в рідкий стан до того, як почнеться його горіння в кисні;
- утворюються оксиди металу повинні плавитися при температурі нижчій, ніж температура горіння металу, і не бути занадто в'язкими; якщо метал не задовольняє цій вимозі, то киснева різка його без застосування спеціальних флюсів неможлива, так як утворюються оксиди не зможуть видувати з місця розрізу;
- кількість тепла, що виділяється при згорянні металу в кисні, має бути достатньо великим, щоб забезпечити підтримку процесу різання;
- теплопровідність металу не повинна бути дуже високою, тому що інакше, внаслідок інтенсивного тепловідводу, процес різання може перериватися.

### **Повітряно-дугове різання**

Цей спосіб різання заснований на розплавленні металу в місці різку ковзної електричною дугою, що горить між вугільним електродом і металом, з безперервним видаленням рідкого металу струменем стисненого повітря. Застосовується як розділової та поверхневої різання. Для повітряно-дугового різання може застосовуватися також змінний струм, однак він дає меншу продуктивність, ніж постійний.



Повітряно-дугову різання широко використовують для поверхневої різання більшості чорних і кольорових металів, вирізки дефектних ділянок зварних швів, зрізання заклепок, пробивання отворів, відрізки прибутків сталевого литва і пр. Цим способом можна різати різні метали (нержавіючі сталі, чавун, латунь і трудноокисляемі сплави) товщиною до 20-25 мм.

### Плазменно-дугове різання

При плазменно-дугового різання<sup>3</sup> дуга збуджується між розрізати метал і неплавким вольфрамовим електродом (з додаванням лантану), розташованим всередині електрично ізолюваного формує наконечника. У більшості випадків застосовується дуга постійного струму прямої полярності. Продувається через сопло газ обжимають дугу, забезпечує в ній інтенсивне плазмообразование і додає дузі проникаючі властивості. При цьому газ розігрівається до високих температур (10000 - 20000 ° С), що забезпечує високу швидкість витікання і сильне механічна дія плазми на розплавляється метал, видувається з місця різку.

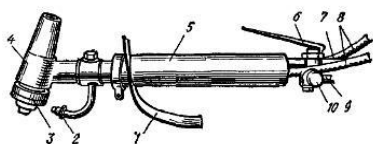


Рис 99. Резак РДМ-2-66 для плазменно-дуговой резки

#### Рис. 4. Резак РДМ-2-66 для плазменно-дугового різання:

1 - щиток, 2 - опорний ролик, 3 - мундштук з формуючим соплом, 4 - головка різача, 5 - рукоятка, 6 - важільний клапан, 7 - штуцер, 8 - рукав, 9 - штуцер для подачі аргону, 10 - вентиль.

Плазмово-дугову різання доцільно застосовувати: при виготовленні з листів деталей з фігурними контурами; виготовлення деталей з прямолінійними контурами, які не потребують механічної обробки; вирізки отворів і отворів у металах; різанні смуг, прутків, труб та профілів і надання їх торцях потрібної форми; обробці крайок поковок і підготовці їх під зварювання; вирізці заготовок для механічної обробки, штампування і зварювання; обробці лиття.

Недоліками плазменно-дугового різання є: більш складне і дороге устаткування, що включає джерело живлення і регулювання дуги; більш складне обслуговування; необхідність застосування водяного охолодження пальника і захисних масок з світлофільтрами для різьбяра; необхідність більш високої кваліфікації різьбяра.

Плазменно-дугового різкою обробляють алюміній і його сплави; мідь і її сплави; нержавіючі високолеговані сталі; низьковуглецеву сталь; чавун; магній та його сплави; титан. Можливість різання металу даної товщини і інтенсивність проплавлення визначаються потужністю дуги, тобто величиною струму і напруги. Швидкість різання регулюється зміною струму дуги (регулюванням джерела

живлення). Швидкість різання швидко падає зі збільшенням товщини металу і одночасно збільшується ширина різку. При ручній різанні рівномірне ведення процесу забезпечується при швидкості до 2 м / хв. Для великих товщин зазначених металів (крім алюмінію і його сплавів) цей спосіб застосовується значно рідше, так як економічніше використовувати інші способи різання (кисневу, киснево-флюсового).

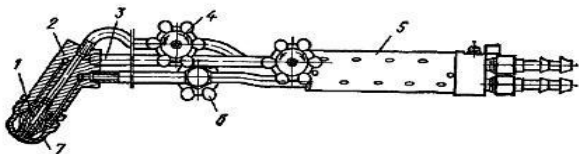
### Киснево-дугове різання

Киснево-дугову різання застосовують для вуглецевої сталі. Метал розплавляється електричною дугою, а струмінь кисню служить для спалювання металу і видудання шлаків з місця розрізу. В якості електродів використовують сталеві трубки зовнішнім діаметром 8 мм, довжиною 340-400 мм, виготовлені протяжкою із сталеві смуги. Зовні трубки-електроди покривають обмазкою для стійкості горіння дуги. При різанні електрод спирають кінцем об поверхню металу під кутом до неї 80-85 °, з нахилом у бік напрямку різання. Утворений на кінці електрода козирок з обмазки забезпечує необхідну довжину дуги при різанні.

Недоліком сталевих електродів є їх велика витрата внаслідок швидкого згорання за 40-50 сек. Більш стійкими є керамічні трубчасті електроди з карбиду кремнію (карборунд) або карбиду бору, покриті металеві оболонкою і обмазкою. Карборундовий електрод діаметром 12 мм і довжиною 300 мм може працювати 30-40 хв при струмі 300-350 А. Недоліком керамічних електродів є їх висока вартість. Трубчасті електроди можна застосовувати при вирізці отворів у сталі товщиною до 100 мм, різанні профільного прокату, пакетної різанні листів та інших роботах.

### Підводне різання

Для підводної різки застосовують спеціальні різачи, що працюють на газоподібному пальному (водні) або на рідкому пальному (бензині).



**Рис. 6.** Різач для воднево-кисневого різання

1 - мундштук, 2 - головка, 3 - трубка, 4, 6 - вентиль, 5 - рукоятка, 7 - ковпак.

У голівці воднево-кисневого різача по центральному каналу мундштука надходить різучий кисень, а по кільцевому каналу між мундштуками йде

воднево-киснева суміш, яка утворює підігрівальні полум'я. Зовні мундштука є ковпак, через який проходить стиснене повітря, створюючий міхур навколо полум'я, що оберігає його від зіткнення з водою. Полум'я різача запалюється над водою, потім у мундштук подається стиснене повітря і різак опускають під воду.

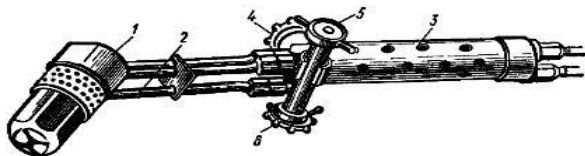


Рис. 104. Різак для бензино-кислородной подводной резки

### Рис. 7. Різак для бензино-кисневого різання

1 - головка, 2 - трубка, 3 - рукоятка, 4 - вентиль для бензину, 5, 6 - вентиль для кисню.

Головка бензино-кисневого різача має розпилювач, через отвір якого в камеру подається кисень, а через інші отвори - бензин. Випаровуючись в камері, бензин з киснем утворює горючу суміш, яка виходить через отвір у денці і згорає. Ріжуча струмись кисню подається через центральний канал. Газоподібні продукти згорання своїм тиском відтісняють воду від полум'я і не дають йому згаснути.

Воднево-кисневим різачом можна розрізати сталь товщиною до 70 мм під водою на глибині до 30 м. При цьому найбільший тиск газів перед різачом складає в кгс / см<sup>2</sup>: кисню 6,6, водню 5,5 і повітря. 5.

### Плазмова різка

При плазмовому різанні оброблюваний матеріал не включається в електричний ланцюг дуги. Гостре кінжалообразное полум'я дугової плазми використовують для розплавлення оброблюваного матеріалу, при зварюванні і різанні металів, у тому числі тугоплавких, а також при різанні і плавленні неелектропровідних матеріалів.

Найбільш ефективно різання протікає при використанні суміші 80% аргону і 20% азоту. При різанні нержавіючої сталі товщиною 5 мм струмом 300 А швидкість різання досягає 65 м / ч. Резку ведуть при мінімальному зазорі між мундштуком і металом, в деяких випадках навіть торкаючись торцем мундштука поверхні металу. Рез виходить дуже вузький, рівний вгорі діаметру сопла.

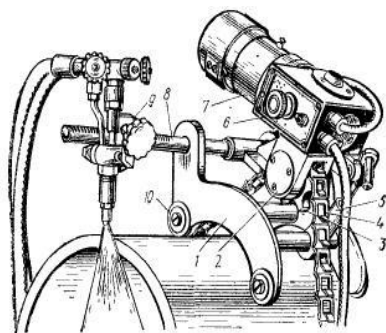


Рис. 74. Переносная газорезательная машина «Спутник»

### **Рис.5.** Переносна газорізальних машина «Супутник»

Ходова візок 1, провідний механізм 2, зірочка 3, ланцюг 4, вузол натягнення ланцюга 5, електродвигун постійного струму 7, штанга 8, державка 9, колесо 10.

У нижній частині ширина різку менше, ніж у верхній. Дугу збуджують короткочасним дотиком кінцем електрода крайок сопла, для чого в головці є пристрій для осевого перемещення електрода вниз. Спочатку в мундштук пускають газ, потім опусканням електрода збуджують дугу. У первинне положення електрод повертається під дією пружини. Різка виробляється ручним способом або механізованим, на різальних машинах, що застосовуються для плазменно-дугового різання.

## **Урок 11. Плазмово-дугове різання**

Плазменно-дугове різання (рис. 55) або, як її ще називають, різання проникаючою дугою полягає в глибоке проплавлення металу по лінії різку дуговим розрядом, який направляєється потоком високотемпературного іонізованого газу, званого плазмою. Ця ж газовий струмінь видаляє розплавлений метал з місця різку.

Схема плазмово-дугової різання. Плазменно-дугове різання є прогресивним високопродуктивним способом різання металів. Вона заснована на глибокому проплавлення металу стислою дугою в зоні різання і видаленні часток розплавленого металу газовим потоком.

Плазменно-дугове різання є прогресивним високопродуктивним способом різання металів. Вона здійснюється глибоким проплавленням металу стислій дугою в зоні різання і видаленням часток розплавленого металу газовим потоком. На рис. 79 представлена схема процесу. Струм постійний прямий полярності. Під дією дуги газ розігрівається до високої температури, більше 10000 С, утворюючи плазму. Струм плазми 6 маючи високу температуру і велику швидкість витікання, проплавляються метал по лінії різку 4 і видає розплавлений метал з порожнини різку.

Плазменно-дугове різання полягає в проплавлення металу на вузькій ділянці по лінії різку і видаленні розплавленого металу струменем плазми, утвориться в дузі. Плазмова дуга застосовується в основному для розділового різання.

Плазменно-дугове різання вимагає особливо суворого дотримання діючих правил експлуатації електроустановок.

Плазменно-дугове різання супроводжується сильним шумом, як правило, не перевищує допустимого санітарними нормами. У разі утворення шуму на рівні звукового тиску 110 - 115 дБ (це можливо при високих напругах плазмового

різання) необхідно застосування захисних пристроїв від шуму. Сила зварювального струму мало впливає на рівень шуму.

Плазменно-дугове різання викликає утворення великої кількості газів і парів від розрізає металу. Великий вміст в повітрі близько різьбяра навіть таких газів, як азот і аргон, утруднює дихання і викликає задуху. Особливо небезпечні пари окислів міді та цинку, що утворюються при різанні міді і латуней. Тому при різанні стислою дугою потрібно крім загальнообмінної також і місцева вентиляція.

Схема подвійний дуги. Плазменно-дугове різання полягає в проплавлення металу на вузькій ділянці по лінії різі і видаленні розплавленого металу струменем плазми, що утворюється в дузі. Плазмова дуга застосовується головним образом для розділового різання.

Плазменно-дугове різання вимагає особливо суворого дотримання діючих правил експлуатації електроустановок.

Плазменно-дуговарезка /викликає утворення великої кількості газів і парів від розрізає металу. Великий вміст в повітрі близько різьбяра навіть таких газів, як азот і аргон, утруднює дихання і викликає задуху. Особливо небезпечні пари окислів міді і цинку, які утворюються при різанні міді і латуней. Тому при різанні стислою дугою потрібно, крім загальнообмінної, також і місцева вентиляція.

Режим поверхневої повітряно-дугового різання на постійному струмі. Плазменно-дугове різання заснована на здатності стислої дуги глибоко проникати в метал, проплавляючи його. Частинки розплавленого металу видаляються з розрізу газовим потоком дуги.

Плазменно-дугове різання полягає в проплавленні металу плазмовою дугою по лінії різі і видалення розплавленого металу струменем плазми, що утворюється в дузі.

Плазмово-дугове різання виконують плазмовою дугою і плазмовим струменем. При різанні плазмовою дугою метал виплавляється з порожнини різі спрямованим потоком плазми, що збігається з струмоведучим стовпом створює його дуги прямої дії. Цим способом розрізають товсті листи алюмінію і його сплави (до 80 - 120 мм), високолеговану сталь і мідні сплави.

Плазмово-дугове різання рекомендується застосовувати для вирізки деталей і отворів різної конфігурації, а також деталей, що не вимагають подальшої механічної обробки; для різання труб профілів; для підготовки крайок під зварювання на заводах монтажних заготовок, базах і монтажних майданчиках, а також безпосередньо на монтажі. Плазменно-дугове різання на відміну від кисневої дозволяє робити різання різних металів на одному і тому ж обладнанні з мінімальною деформацією, високою швидкістю і продуктивністю різання.

Плазмово-дугову різання виконують плазмової дугою і плазмовим струменем. При різанні плазмової дугою розплавлений метал видаляється з порожнини різку спрямованим потоком плазми, збігається з струмоведучих стовпом створює його дуги прямої дії.

Плазмово-дугову різання можна застосовувати для різання легованих і вуглецевих сталей, чавуну, кольорових металів і їх сплавів. Найбільш раціонально і економічно застосування її при різанні високолегованих сталей, кольорових металів і їх сплавів.

Плазмово-дугову різання доцільно застосовувати головним чином на машинах, так як високі швидкості різання сильно ускладнюють управління процесом. Наприклад, сталь товщиною 15 мм апаратом потужністю 50 кВт різеться зі швидкістю 20 м /хв, а сталь товщиною 10 мм зі швидкістю 34 м /хв. Зі збільшенням електричної потужності плазми швидкість різання ще більше зростає. Сучасні плазмотрони мають електричну потужність 150 кВт і більше; товщина розрізаються листів досягає 100 мм.

Схема процесу плазмово-дугового різання (стислюю дугою). Плазмово-дугову різання доцільно застосовувати при обробці металів, які важко або неможливо різати іншими способами, або коли плазменно-дугове різання виявляється найбільш економічної, або забезпечує швидкості різання, узгоджуються з прийнятими в технології обробки того чи іншого виробу. Плазменно-дугового різкою обробляють алюміній і його сплави; мідь і її сплави; нержавіючі високолеговані сталі; низьковуглецеву сталь; чавун; магній і його сплави; титан. Найбільш економічна різання алюмінію і його сплавів, міді і високолегованих (нержавіючих) сталей.

Резак РДМ-2-66 для плазменно-дугового різання. Плазмово-дугову різання виробляють як вручну, так і механізованим способом за допомогою газорізальних машин, що забезпечують необхідну швидкість переміщення плазменно-дугового різачка: від 50 до 4000 мм /хв для легких і від 50 до 10000 мм /хв для важких машин.

Плазмово-дугову різання застосовують при різанні металів, які неможливо або важко різати іншими способами, наприклад, при різанні корозійностійких сталей, алюмінію, магнію, титану, чавуну і міді.

Плазмово-дугову різання застосовують для металів, які не можна розрізати іншими способами різання, наприклад для різання високолегованих сталей, алюмінію, міді, латуні, бронзи та їх сплавів.

Резак РПД-2-65. Плазмово-дугову різання тонкостінних труб вели в середовищі активних газів різачком типу РПД-2-65 (рис. 2), в якому здійснена розділова подача плазмообразуючих газів: кисень подається але бічного каналу;

азот - зацентральному. Допоміжна дуга збуджується на проміжне сопло, що є одночасно захисним.

Процес плазменно-дугового різання носить точковий характер; при цьому тепло в основному витрачається на нагрів поверхневих шарів металу, що розрізає. Крім того, великі капітальні вкладення і витрати електроенергії ускладнюють впровадження цього способу різання для обробки середніх товщин.

Режим плазменно-дугового різання рекомендується підбирати практичним шляхом у відповідності з конкретними умовами.

Схема плазмово-дугового різання. Спосіб плазменно-дугового різання в даний час широко застосовується в промисловості для різання легованих сталей товщиною до 40 мм і алюмінієвих сплавів товщиною до 100 мм. При різанні струменем дугової плазми (рис. 18) метал виплавляється струменем дугової плазми, що має температуру близько 10000 - 15000 С. Постійний струм від джерела струму 3 підводиться до заточених на конус вольфрамовим електродом 4 і формує дугу мідному соплу 2 охолоджуваного водою. Разрезаемое виріб в ланцюг від джерела струму не включається.

Для плазменно-дугового різання застосовують джерела живлення дуги постійного струму з крутопадаючих вольт-амперних характеристиками.

Застосування плазменно-дугового різання недоцільно, так як і з підгрівом і без нього з'являються тріщини глибиною до 3 мм.

Сутність плазменно-дугового різання полягає в проплавленні металу концентрованим дуговим розрядом у вигляді плазмового струменя. Плазмова струмінь являє собою спрямований потік іонізованих частинок газу, що має температуру 10000 - 20000 С.

Застосування плазменно-дугового різання недоцільно, так як і з підгрівом і без нього з'являються тріщини глибиною до 3 мм.

Для плазменно-дугового різання ВВПавтогенмашем розроблена шарнірна машина АСШ-4 типу МПЛ-1 з магнітним копіювальним пристроєм. Машина забезпечена пантографічне пристроєм, що дозволяє отримувати заготовки в точній відповідності з шаблоном у тому випадку, якщо вісь різача не збігається з віссю магнітного пальця. В якості плазмообразуючих газів використовуються водень, азот, кисень. Резак має водяне охолодження.

Застосування плазменно-дугового різання недоцільно, так як і з підгрівом і без нього з'являються тріщини глибиною до 3 мм.

Для плазменно-дугового різання застосовується спеціальне обладнання, яке живиться електричною енергією. Основним елементом при плазмовому різанні є ріжучий плазмотрон. У ручному плазмотроне є пристрій для управління робочим циклом різання - подачею і перекриттям газів, запалюванням допоміжної дуги.

РезакРДМ-2-66 для плазменно-дугового різання. Для плазменно-дугового різання застосовують спеціальне обладнання, яке живиться електричною енергією. Основним елементом при плазмовому різанні є ріжучий плазмотрон. У ручному плазмотроне має-ється пристрій для управління робочим циклом різання-подачею і перекриттям газів, запалюванням допоміжної дуги.

Для напівавтоматичного плазменно-дугового різання застосовують напівавтомати типу ПРП. Установка складається з плазмотрона ПРП-1 випрямляча ВДГ-500 і візки. Плазмотрон напівавтомата складається з циліндричного корпусу з цангові кріпленням вольфрамового електрода. Внутрішнє сопло ізолюють від катодного системи і включають у ланцюг допоміжної дуги. Паралельно цьому ланцюзі включена розрядна ланцюг високочастотного осцилятора. Це дозволяє натисканням пускової кнопки не лише подати напругу, але й порушити дугу між катодом і внутрішнім соплом. Одночасно з порушенням допоміжної дуги включають двигун пересувний візки і допоміжну дугу підводять до крайки розрізає металу, в момент зіткнення з металом виникає основна дуга. Різку припиняють натисканням кнопки.

Для ручної плазменно-дугового різання використовують плазморезРДМ-2-66-А, що працює на суміші аргону, водню та азоту і дозволяє різати метали товщиною до 80 мм при максимальному струмі до 450 А.

Для напівавтоматичного плазменно-дугового різання застосовуються напівавтомати типу ПРП.

Для напівавтоматичного плазменно-дугового різання застосовують напівавтомати типу ПРП. Установка складається з плазмотрона ПРП-1 випрямляча ВДГ-500 і візки.

Для плазменно-дугового різання кольорових металів і сплавів, а також нержавіючих сталей застосовують установку УРПД-67. Установка працює на аргонно-водневої або азотно-водневої суміші. В якості джерел живлення застосовують два зварювальних перетворювача ПСО-500 які включають послідовно. Плазмотрон для ручного різання забезпечується візком. Плазмова струмінь витікає через мундштук, чергова дуга горить між мундштуком і електродом.

Для плазменно-дугового різання кольорових металів і сплавів, а також нержавіючих сталей застосовується установка УРПД-67. Установка працює на аргонно-дуго-вої або азотно-водневої суміші. В якості джерел живлення застосовуються два зварювальних перетворювача ПСО-500 які включаються послідовно. Плазмотрон для ручного різання забезпечується візком. Плазмова струмінь витікає через мундштук, чергова дуга горить між мундштуком і електродом.



Для плазменно-дугового різання кольорових металів і сплавів, а також нержавіючих сталей застосовують установку УРПД-67. Установка працює на аргонно-дугової або азотно-водневої суміші. В якості джерел живлення застосовують два зварювальних перетворювача ПСО-500 які включають послідовно. Плазмотрон для ручного різання забезпечується візком. Плазмова струмінь витікає через мундштук, чергова дуга горить між мундштуком і електродом.

РезакРПД-1-64 для. Для напівавтоматичного механізованої розділової плазменно-дугового різання ВНПавтогенмашем створений напівавтомат ППД-1-65. Прямолінійна різка напівавтоматом проводиться по направляючій куточка або гнучкому рейці, різак по окружності за допомогою циркулярна пристрої, напрямок різання по криволінійній траєкторії здійснюється рукою оператора.

Після плазменно-дугового різання алюмінієвого сплаву типу АМц у крайки реза аналогічно утворюється зона температурного впливу (рис. 2 б), що характеризується ділянкою зі стовпчастий структурою твердого розчину алюмінію і евтектики А1 МпА16 яка розташовується по межах зерен, і ділянкою із збільшеним зерном, перехідним у вихідну структуру.

При плазменно-дугового різання потрібно: більш складне устаткування і обслуговування; застосування водяного або повітряного охолодження; більш висока кваліфікація різьбяра.

РезакРПД-1-64. При плазменно-дугового різання застосовують аргон складу А (ГОСТ 10157 - 62); технічний азот 1-го сорту (ГОСТ 9293 - 59); суміш аргону з воднем 1-го сорту (ГОСТ 3022 - 70); рідше застосовують гелій і аміак.

При плазменно-дугового різання можливо насичення газами металу поверхні реза. Це явище особливо помітно при повітряно-плазмового різання низьковуглецевих сталей, коли метал поблизу поверхні реза інтенсивно насичується азотом і киснем.

Машина для плазменно-дугової. | Напівавтомат для плазменно-дугового різання. При плазменно-дугового різання відбувається виплавлення металу з площини реза спрямованим потоком плазми.

При плазменно-дугового різання необхідно застосовувати світлофільтри Е-4 при струмі до 400 А і світлофільтри Е-5 при струмі понад 400 А.

При плазменно-дугового різання крім вимог даного параграфу необхідно виконувати також вимоги відповідної інструкції.

## Урок 12. Підводне зварювання та різання

Сучасна морська індустрія передбачає будівництво і експлуатацію сотень тисяч суден. Водна стихія часом безжальна до своїх «гостей», особливо часто піддається руйнівній дії підводна частина будь-якого судна.



Як наслідок – пошкодження підводної частини корпусу судна, корозії, втрата плавучості і інші проблеми, які потребують вирішення. Судноремонт – невід’ємна частина життя будь-якого судна, він може бути плановим або терміновим. У разі, якщо пошкодження не вимагають планового докування або проблему потрібно вирішити терміново, застосовуються підводні роботи, тобто підводний ремонт. **Підводний ремонт** дає можливість в більш короткі терміни здійснити аварійні роботи без необхідності докування. До переліку підводних робіт входить **підводне зварювання та підводне різання**.

Сучасне підводне зварювання найчастіше виконується наступними способами:

- Зварювання у сухому середовищі – у сухій глибоководній камері, коли зварні шви за якістю абсолютно ідентичні зварним швам, виконаним на суші. Однак, це трудомісткий процес, який передбачає наявність плавучих кранів і додаткових суден;

- Сухе глибоководне зварювання, гідрозварювання, коли роботи проводяться в стабільно сухому газовому середовищі, тобто в спеціальних портативних боксах. Подібне напівавтоматичне підводне зварювання виконується електродним дротом. Цей спосіб вимагає дуже щільного прилягання до того місця, яке власне

буде зварюватись, тобто герметичності. Також потрібна спеціальна суміш інертних газів для витіснення води з камери або боксу і підтримки у них сухого середовища. Електродний дріт, який плавиться, подається із заданою швидкістю за допомогою гнучкого шланга в зварювальну головку. Таке підводне зварювання контролюється за допомогою спеціального пульта управління, який розташовується над водою. Також у пульті є всі необхідні контрольні та вимірювальні прилади. Сухе глибоководне підводне зварювання за допомогою подібного пристрою регулюється і коригується.



Мокре зварювання, яке як будь-яке інше **підводне зварювання** проводиться в залежності від умов різними способами, умовно ділиться на ручне дугове зварювання та напівавтоматичне зварювання. Процес мокрого зварювання базується на тому, що дуга здатна стабільно горіти в газовому міхурі за умови сильного, інтенсивного охолодження водою. Власне, газовий міхур виходить через випаровування води, пару і газів металу, який плавиться. Вода в зварювальній дузі розкладається на кисень і вільний водень, кисень в свою чергу вступає у взаємодію із металом, утворюючи оксиди.

**Підводне різання** також підрозділяється на наступні способи:

- Електрокисневе різання, яке дуже вигідне і економічне на глибині до ста метрів. Метал, який піддається різанню, нагрівається до температури плавлення за допомогою електричної дуги, через електрод надходить струмінь кисню, який спалює металеву частину і видуває оксиди. **Підводне різання** такого типу застосовується в основному для різання чорних металів, також воно вимагає стабільний і якісний електричний контакт з металевою поверхнею. Підводне

різання, виконуване таким методом, має давню історію, а вперше було використане в 1915-му році.

- Екзотермічне різання, подібно елетрокісневому різанню засноване на горінні спеціального електроду в потоці кисню, що подається через сам електрод. В даному випадку електрод горить автономно, а електрична дуга потрібна тільки для підпалу електрода. Дана технологія є, мабуть, найпоширенішим способом підводного різання. Дуже висока температура горіння екзотермічного електрода дозволяє різати не тільки чорний метал, але і бетон, в тому числі і залізобетонні конструкції.

**Підводне різання** за допомогою гідравлічних систем – це різання, засноване на використанні потужної енергії, яку створює потік рідини. Для створення потоку під високим тиском використовують гідравлічне масло, яке нагнітається по гнучкому шлангу в гідравлічній насосній станції (гідрокомпресорі). Підводне різання таким способом має високий ККД при розумних витратах. Гідравлічні системи та інструмент дуже надійні, компактні, стійкі до низьких температур і досить прості в експлуатації.

**Підводне зварювання та підводне різання** сьогодні дуже затребувані, оскільки є напрочуд надійним і ефективним способом бездокового ремонту суден.

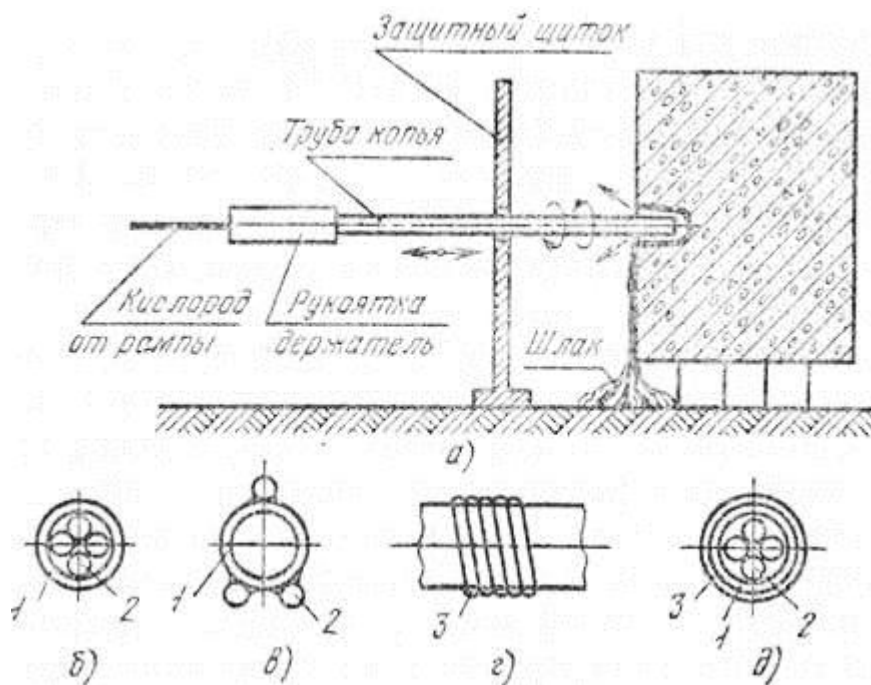
### **Урок 13. ВИДИ ТЕРМІЧНОГО РІЗАННЯ БЕТОНУ ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ**

Бетон і залізобетон ріжуться кисневим, прутково-кисень-им, порошково-кисневим списом, газопорошковим реактивної ДГРУ, порошково-кисневим різакон, плазмовим струменем і дугою непрямої дії.

Найбільш освоєною і широко застосовується в СРСР є кзка залізобетону кисневим списом (рис. 1).

Спис являє собою сталеву трубку із зовнішнім діаметром 10-60 мм і довжиною 3-6 м з різним поперечним перерізом, рости вживаються водогазопровідні труби (ГОСТ 3262-75) F зовнішнім діаметром 102 мм і більше. Відповідно до стандарту водогазопровідні труби підрозділяються на легкі, звичайні і посилені.

Для пропалювання отворів в бетоні доцільно користуватися посиленими трубами зі збільшеною товщиною стінки. Для списи можна використовувати трубки некруглих перетинів: плоскоовальні (ГОСТ 8644-68), прямокутні (ГОСТ 8645-68), зіркоподібні, хрестоподібні, каплевидні, ромбічні і ін. Можливо також застосування трубки з закладеними всередину прутами або обмотаним зовні дротом з низьковуглецевої сталі. Таке спис називають прутковим.



Мал. 1. Різка залізобетону прутковим списом:

- процес різання, б - спис з сердечником з прутків, в - спис з трьома прихопленими зовнішніми прутками, г - спис з дротяної навивкою; д - спис з сердечником з прутків і з дротяної навивкою; 1 - трубка, 2 - пруток, 3 - дротова навивка.

Для запалювання списи в трубку подається кисень під тиском 05 кгс /см<sup>2</sup>. При цьому робочий торець списи нагрівається зварювальною дугою або газокисневого полум'я до температури горіння сталі; час нагрівання-5-10 с. Нагрітий метал починає окислюватися (горіти), тиск подається кисню підвищується до робочого, метал на кінці труби інтенсивно горить, розвиваючи температуру до 2000 ° С.

Слід розрізняти горіння списи у вільному стані і горіння списи в процесі пропалювання або різання. Витрата кисню при вільному горінні списи значно менше, ніж при різанні, тому і подача його відповідно повинна змінюватися.

Орієнтовно для згорання 1 кг низьковуглецевої сталі потрібно 300 дм<sup>3</sup> кисню. Фактичні витрати кисню при вільному горінні списи становить до 600 дм<sup>3</sup> залежно від діаметра і товщини стінки трубки, діаметрів та їх кількості. Чим повніше обтікає киснева струміль торець списи, тим менше витрачається кисню при вільному горінні.

При прожиганні бетону або залізобетону спис з полум'ям спрямовується в виріб з певною силою. Під дією високої температури полум'я списи і поздовжньої сили, створюваної різьбярем, бетон плавиться і руйнується.

При різанні або пропалювання залізобетону списом кисень витрачається не тільки на горіння стали, але і на видування з області різу продуктів горіння списи і плавлення бетону.

при тиску кисню в момент запалювання списи більше 05 ат нагрівається метал буде охолоджуватися через сильний перепаду тиску, що утруднить запалювання списи. Тільки після займання списи і достатнього поглиблення його в бетон тиск кисню підвищують до робочого.

В процесі пропалювання спис притискають палаючим кінцем до бетону з досить великим зусиллям; заглиблюючись в бетон, воно утворює приблизно круглий отвір. Внаслідок випаровування води, а також через різницю температурних деформацій цементного каменю і зерен заповнювача бетон стає неміцним, в ньому виникають тріщини, рихлість, викришування частинок, що полегшує плавлення і відрив нерозплавлених частинок. Розплавлені і відірвалися частки бетону, продукти горіння стали видуваються назовні киснем і парами, утвореними при нагріванні бетону, через зазор між списом і стінками пропалює отвори. Для кращого видалення розплавленої і пухкої маси з області різу необхідно періодично здійснювати списом зворотно-поступальні і зворотно-обертальні рухи. Величина поздовжнього зусилля повинна бути максимально можливою для різьбяра. У той же час надмірне зусилля, особливо при великій товщині залізобетону, коли нагріте до червоного спис на 1-2 м і більше поглиблено в залізобетон, може викликати викривлення списи і змінити напрямок утвореного отвору. Орієнтовно величина зусилля притиснення списи повинна становити від 5 до 10 кгс, а при прожиганні глибоких отворів, коли необхідно долати опір застигають шлаків, зусилля притиснення має сягати 10-50 кгс.

Дані по пропалювання отворів в залізобетоні в горизонтальному положенні, отримані в МІСД, Наведені в табл. 30 і 31.

Списом розміром 10X8 мм з сердечником з 8 прутків діаметром 2 мм можна марнувати отвори в бетоні зі швидкістю 5 м /ч на глибину до 200 мм. З підвищенням товщини пропалює бетону діаметри труби і прутків необхідно збільшувати.

Під час пропалювання отворів кисневим списом зміна властивостей і зниження міцності бетону від нагрівання відбуваються в радіусі 30-200 мм пропорційно товщині пропалює бетону.

Швидкість пропалювання отворів прутковим списом в стельовому положенні досягає 10 м /ч.

У порівнянні з пневмоінструментом спис пропалює отвір більш ніж в 4 рази швидше, вартість робіт при цьому значно нижче.

Порошкове спис відрізняється від пруткового тим, що на місце різу подається залізний порошок або суміш його з яким-небудь іншим (наприклад,

алюмінієвим), при згорянні порошку виділяється додаткове тепло. Подача порошку (флюсу) виконується автоматизованим пристроєм, як в установках для киснево-флюсового різання. Це ускладнює устаткування для різання порошковим списом.

Різак для киснево-флюсового різання сталей може бути використаний і для різання неметалів. Однак користуватися ним зручно лише при роздільній різанні бетону товщиною до 400 мм.

Розділову різку можна також здійснювати прутковим і порошковим списками послідовним утворенням ряду отворів з наступним руйнуванням перемичок механічним способом.

Різка реактивної газовим струменем знаходить застосування для пропалювання отворів в гірських породах і залізобетоні.

В даний час створені спеціальні пальники, в яких рідке пальне (переважно гас) в суміші з киснем спалюється в топці; полум'я викидається через вузький отвір з надзвуковою швидкістю до 2000 м /с; температура полум'я - 2500-2750 ° С. Ця струмінь нагріває поверхню оброблюваного тіла, а при подачі води воно руйнується і частки виносяться газами із зони різку. Розділова різання цим способом бетонних плит товщиною 100-150 мм відбувається зі швидкістю 8-10 м /ч. Хороших результатів досягають при прожиганні отворів реактивної струменем.

Пропалювання отворів діаметром до 100 мм в залізобетонних плитах успішно здійснюється вугільної дугою непрямої дії. Для цього застосовують вугільні електроди діаметром 50-100 мм і силу струму 500-1000 А. Необхідність користуватися світлофільтром для очей знижує ефективність різання вугільної дугою.

Застосування термічного різання бетону та залізобетону необхідно для утворення отворів в стінах і перекриттях, круглих невеликого діаметра наскрізних отворів, зрізання старих фундаментів для побудови нових під більш потужне обладнання і в інших випадках - замість трудомісткою і дорогою механіч ської різання, що супроводжується вібраціями, руйнуваннями і сильним шумом.

Різка списом в порівнянні з іншими видами є найбільш універсальною, що дозволяє різати бетон і залізобетон товщиною до 4 м в різних просторових положеннях як при ремонтних роботах, так і в новому будівництві. При цьому обладнання для різання відносно нескладно.

## **Урок 14. Машини для кисневого різання**

Стаціонарні машини поділяються:

— за конструктивним виконанням — на порталні (П), які розташовуються безпосередньо над заготовкою; портално-консольні (Пк), коли над заготовкою розміщується тільки консоль, і шарнірні (Ш);

— за способом різання — на кисневі (К), киснево-флюсові (Кф), плазмодугові (Пл), газолазерні (Гл);

— за способом руху або системою контурного керування — на лінійні (Л) для прямолінійного різання; з числовим програмним керуванням (Ц) для фігурного різання, магнітні (М) по сталевому копіру для фігурного різання; фотокопіювальні (Ф) по кресленні для фігурного різання;

— за технологічним призначенням — для точного (Т) вирізання деталей, для розкрою (Р), універсальні (У), для фігурного вирізання малогабаритних деталей (М).

### *.Техніка різання*

Перед різанням поверхню металу зачищають від окалини, іржі, фарби і бруду полум'ям різачка і металевою щіткою.

Розмічання виконують металевою лінійкою, рисувалкою і крейдою. Листи вкладають горизонтально на опори. Величина вільного простору під листом повинна бути рівною половині товщини металу плюс 100 мм.

Перед різанням необхідно встановити тиск газів на редукторах, підібрати номери зовнішнього і внутрішнього мундштуків (таблиця 1).

**Таблиця 1. Режими ручного різання листового прокату**

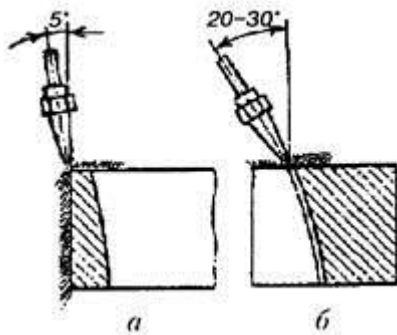
Товщи на металу , мм	Номер мундштука		Тиск газів, кгс/см <sup>2</sup>		Швид кість різання, мм/хв
	зовніш нього	внутрі шнього	кис но	горючог о газу	
8-Ю	1	1	3	Не менше 0,1	550-400
10-25	1	2	4		400-300
25-50	1	3	6		300-250
50-100	1	4	8		250-200
100-200	2	5	10		200-130
200-300	2	5	12		130-80

Перед початком різання підігрівне полум'я встановлюється на край металу для нагрівання кромки до температури оплавлення, після чого пускають ріжучий кисень.

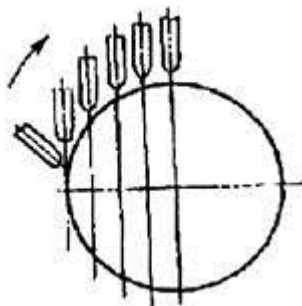
Розташування різачка залежить від товщини металу. При товщині металу до 50 мм різак спочатку встановлюють вертикально, а при більшій товщині металу



— під кутом  $5^\circ$  до поверхні торця листа, а потім нахилиють на  $20-30^\circ$  у сторону, протилежну рухові різачка. Таке розташування сприяє кращому підігріву металу по товщині та підвищенню продуктивності різання. Проте його використовують тільки для прямолінійного різання, тому що при фігурному різанні різак повинен бути розміщений строго вертикально. Початок різання проходить при збільшеному куті і з поступовим зменшенням кута до перпендикулярного розташування різачка всередині різа.



**Рисунок 5. Розташування різачка при різанні листового матеріалу: при різанні круглих заготовок: а — на початку різання; б — у процесі різання**



**Рисунок 6. Розташування різачка при різанні.**

Для полегшення початку різання і прискорення нагрівання металу доцільно зробити зарубку зубилом у початковій точці різа.

Для забезпечення високої якості різа відстань між мундштуком і поверхнею металу слід тримати постійною (таблиця 2). Для цього різачки комплектуються візками, циркулями, направляючими лінійками тощо.

**Таблиця 2. Залежність відстані між мундштуком і поверхнею металу від товщини металу.**

Товщина металу, мм	3-Ю	10-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Відстань, мм	2-3	3-4	3-5	4-6	5-8	7-Ю

Примітка. При роботі на газах-замінниках ацетилену вказані відстані збільшують на 30-40%.

Ширина і чистота різа залежать від способу різання та товщини металу (таблиця 3). При машинному різанні одержують більш чисті кромки і меншу ширину різа, ніж при ручному.

**Таблиця 3. Залежність між товщиною металу і шириною різа:**

Товщина металу, мм	5-15	15-30	30-60	60-100	100-150
Ширина різа, мм	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5

При вирізання деталей з листового металу всередині листа пробивають отвір. При невеликій товщині металу (до 20 мм) отвір пробивають різачком. Після закінчення попереднього нагрівання металу до температури оплавлення, підігрівне полум'я вимикається і на час пробивання отвору вмикається ріжучий кисень плавним відкриванням вентиля на різачку, після чого полум'я знову запалюється в розжареному металі. Така техніка пробивання отворів виключає можливість виникнення хлопків і зворотних ударів.

При пробиванні отворів глибиною від 20 до 50 мм лист треба встановлювати похило або вертикально, щоб полегшити скапування рідкого шлаку. При товщині металу більше 50 мм початковий отвір свердлять. розташування різачка при різанні заготовок круглого перерізу показано на рисунку 6.

Початок різання по контуру повинен завжди знаходитись на прямій, що забезпечує одержання чистого різа на заокругленнях.

У прямокутному внутрішньому контурі початок різання може бути вибраний в будь-якому місці, крім кутів. При вирізуванні фланців спочатку вирізають внутрішню частину, яка йде у відхід, а потім вирізають контур. Місце початку різання зовнішнього контура треба вибирати так, щоб проходило легке відокремлення металу, що йде у відхід. Зовнішній контур вирізають в останню чергу. Це забезпечить вирізання деталей з меншими відхиленнями від розмічених контурів. Внутрішні напруги спотворюють контури різа. їх усувають різанням по внутрішньому контуру.

При різанні зі скосом кромки поверхні різа неоднакові за якістю. Один кут оплаплюється сильніше, ніж другий (протилежний).

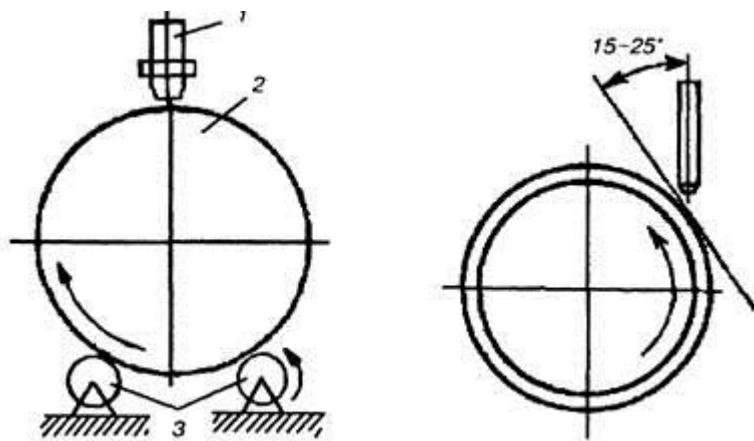
При кисневому різанні труб виконують обрізання торців труб для зварювання, вирізання отворів у трубах, обрізання труб та ін.

Труби можна різати в будь-яких просторових положеннях. Для труб малого діаметра різання виконується з неповоротною трубою. При різанні неповоротних труб великого діаметра різачок переміщується по направляючій, а при різанні поворотних труб використовують спеціальні роликові стенди і каретки.

Швидкість різання труб із товщиною стінок 6-12 мм не перевищує 800 мм/хв.

Для підвищення швидкості різання різак установлюють під кутом 15-25° до дотичної в точці перетину осі різака з поверхнею труби (рисунок 7). При цьому збільшується зона взаємодії кисню з металом і утворений в процесі різання шлак нагріває нову ділянку труби, завдяки цьому покращується окиснення металу. Але час попереднього підігріву збільшується до 60-70 с. Для зменшення часу нагрівання і практично миттєвого початку процесу необхідно ввести в зону реакції сталевий пруток. Середня швидкість різання труб 0 300-1200 мм з товщиною стінки до 12 мм становить 1,5-2,5 м/хв, тобто підвищується в 2-3 рази порівняно з різанням із перпендикулярним розташуванням різака.

Різання виконують універсальними або вставними різакми. Режими встановлюють залежно від товщини металу відповідно до паспортних даних різаків



1 — різак; 2 — труба; 3 — привідні ролики

**Рисунок 7. Схема роликового стану для розташування та різання труб.**

## **Урок 15. Класифікація машин для кисневого різання**

Стаціонарні машини поділяються:

— за конструктивним виконанням — на порталні (П), які розташовуються безпосередньо над заготовкою; портално-консольні (Пк), коли над заготовкою розміщується тільки консоль, і шарнірні (Ш);

— за способом різання — на кисневі (К), киснево-флюсові (Кф), плазмодугові (Пл), газолазерні (Гл);

— за способом руху або системою контурного керування — на лінійні (Л) для прямолінійного різання; з числовим програмним керуванням (Ц) для фігурного різання, магнітні (М) по сталевому копіру для фігурного різання; фотокопіювальні (Ф) по кресленні для фігурного різання;

— за технологічним призначенням — для точного (Т) вирізання деталей, для розкрою (Р), універсальні (У), для фігурного вирізання малогабаритних деталей (М).

Переносні машини поділяються:

— за способом різання — на кисневі (К), плазмо-дугові (Пл);

— за способом руху або системою контурного керування — за розміткою (Р), за циркулем (Ц), за направляючими (Н), за гнучким копіром (Г).

Кожна машина складається з несучої частини, різачка, пульта керування, ведучого механізму.

Основним робочим інструментом машини є газовий різак. Машинні різачки відрізняються від ручних тим, що в них немає рукоятки і кріпляться вони безпосередньо до корпусу машини.

Використовують такі основні типи машинних різачків: інжекторні, рівного тиску, внутрішньо соплові.

Машинні різачки складаються з корпусу із запірними вентилями, ствола різачка, який закріплюється безпосередньо в супорті машини і головки з мундштуками.

Машинне кисневе різання забезпечує підвищення продуктивності праці, економію металу, покращення якості поверхні різа. Порівняно з ручним виключає операції розмічання, зменшує припуски, виключає необхідність наступної обробки кромки, допускає одночасне різання декількома різачками.

Газорізальна машина 2РА М переносного типу призначена для різання деталей з листової сталі по розмітці.

Прямолінійне різання проводиться із застосуванням переносних направляючих, складається із трьох секцій, а різання по колу з використанням циркульного пристосування. При роботі двома різачками може виконуватися вирізання смуг і кілець. При установці різачка під кутом можна провадити скіс кромки під зварювання, а при використанні спеціального пристосування — зняття ласок.

Машини для кисневого різання поділяють на два основних типи: стаціонарні та переносні.

## **Урок 16. Переносні машини для кисневого різання**

Переносні машини поділяються:

— за способом різання — на кисневі (К), плазмо-дугові (Пл);

— за способом руху або системою контурного керування — за розміткою (Р), за циркулем (Ц), за направляючими (Н), за гнучким копіром (Г).

Кожна машина складається з несучої частини, різача, пульта керування, ведучого механізму.

Основним робочим інструментом машини є газовий різак. Машинні різачи відрізняються від ручних тим, що в них немає рукоятки і кріпляться вони безпосередньо до корпусу машини.

Використовують такі основні типи машинних різачів: інжекторні, рівного тиску, внутрішньо соплові.

Машинні різачи складаються з корпусу із запірними вентилями, ствола різача, який закріплюється безпосередньо в супорті машини і головки з мундштуками.

Машинне кисневе різання забезпечує підвищення продуктивності праці, економію металу, покращення якості поверхні різа. Порівняно з ручним виключає операції розмічання, зменшує припуски, виключає необхідність наступної обробки кромки, допускає одночасне різання декількома різачами.

Газорізальна машина 2РА М переносного типу призначена для різання деталей з листової сталі по розмітці.

Прямолінійне різання проводиться із застосуванням переносних направляючих, складається із трьох секцій, а різання по колу з використанням циркульного пристосування. При роботі двома різачами може виконуватися вирізання смуг і кілець. При установці різача під кутом можна провадити скіс кромки під зварювання, а при використанні спеціального пристосування— зняття ласок.

Машини для кисневого різання поділяють на два основних типи: стаціонарні та переносні.

### **Урок 17. Будова машини**

Газорізальна машина 2 РА-М (рисунок 1,2) складається із наступних основних частин: механізму переміщення машини, візка, механізму кріплення різачів і пристосувань для зняття ласки й вирізки деталей по окружності, газорозподільного пристрою, пульта керування секторів і рейкового шляху, Механізм переміщення машин представляє собою редуктор 2 зі електродвигуном 5, установлений на візку 3.

Редуктор має одну черв'ячну й дві циліндричні пари, змонтовані в чавунному литому корпусі. На осі останньої циліндричної пари-змонтовано два ходові колеса 1, а на корпусі візка, у поворотних качанах, два опорні ролики 4. Під час руху візка по рейковому шляхові вилки закріплюються гвинтовими затискачами 20.

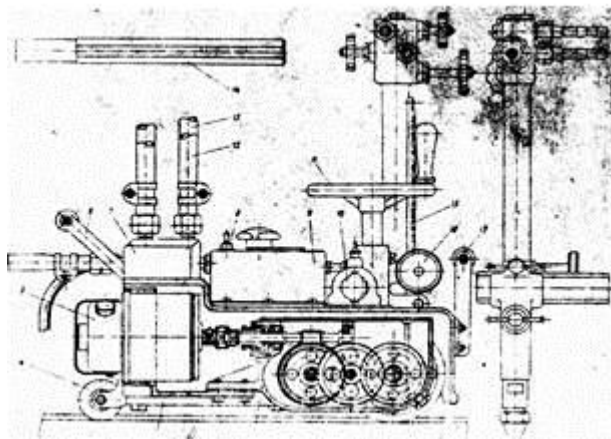
На кришці візка змонтовані: пульт керування машинний, газорозподільний пристрій і механізм кріплення різачів.

Пульт керування складається з вимикача типу тумблер, перемикачів ходів машини і реостата 9 для регулювання, швидкості ходу візка.

Газорозподільний пристрій 7 являє собою коробку з каналами й нипелем для приєднання шлангів, підводячих кисень і ацетилен до машини, і шлангів 12 і 13 підводящий кисень і ацетилен до різаків. Механізм кріплення різаків складається з маховика 11, зубчастої штанги 10, на якій встановлюється рукоятки різаків 10 і противага 24. Горизонтальне переміщення зубчастої штанги й закріплених на ній різаків 22 перпендикулярно, направленню руху візка здійснюється з допомогою маховика і сидячий з ним на одному валику шестірні, яка перебуває у зачепленні з зубчастою штангою. Штанга фіксується в заданому положенні двома стопорними гвинтами 18.

Вертикальне переміщення різака здійснюється за допомогою маховичка 16 встановленого на рукоятці різака, і зубчастої рейки 15, закріпленої на різаку. Після встановлення в необхідному положенні різаків і противаги виконується кріплення зі стопорами. Для зняття ласки при міняють штангу 14, яку вставляють у гніздо різака, а на ній закріплюють різак.

Для вирізки дисків і кілець, служить циркульне пристосування 26, що полягає із кронштейна із центром і затиском, встановлене на зубчастій штанги. Перед вирізкою по радіусу виключається зажимна муфта 21, установлена по осі ходових колій. Для прямолінійного ходу візка служать секції рейкового шляху 23, виготовлені зі швелера Для транспортування машини служать ручки 6 і 17.



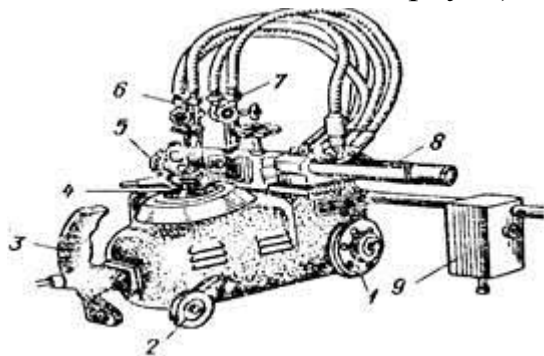
1—ходові колеса; 2—редуктор;3-тележка, 4—опорні ролики;5 — електродвигун; 6 і 17 — ручки;7 - газорозподільний пристрій;8-перемикач;9-реостат;10-зубчата штанга; 11- маховик для горизонтального переміщення штанги з різакі; 12-кисневий шланг; 13-ацетиленовий шланг; 14 - штанга для зняття ласки; 15 – зубчата рейка для вертикального переміщення різака ; 16 - маховичок для вертикального переміщення різака;

**Рисунок 1 .Схема газорізальної переносної машини (вид збоку).**

Переносні машини загального призначення для кисневого різання типу розмірів К-1, К-2 і К-3 у виробничій практиці також називають машинами відповідно легкі, середнього й важкого типу.; Переносні машини легкі й середнього типу можуть виконувати пряме й криволінійне різання, а також вирізку дисків і фланців.

Машини важкого типу призначені тільки для прямолінійного різання. У багатьох випадках переносні машини є зручними. Зокрема, вони не вимагають робочої площі для їхньої установки, а переміщуються, як правило, по поверхні аркушів, що розрізаються.

Дворізакова переносна машина «Радуга-2М» (рисунок 3) широко застосовується в заготівельних цехах, на ремонтних підприємствах, на будівельних і монтажних майданчиках. Машина призначена для різання сталі товщиною 5—300 мм з одним різаком і 5—100 мм з двома різакми, а також для розкрою аркушів, вирізки смуг шириною 100—330 мм, фланців з мінімальним діаметром 300 мм і максимальним 3000 мм і інших деталей, що мають прямолінійні, кругові або довільні криволінійні контури. Може також використовуватися для виконання однобічного скосу кромки під зварювання. Для різання по кос швелеру є напрямне колесо 2. Рукоятка 3 служить для настановних переміщень і напрямку руху при різанні по розмітці. Регулювання швидкості руху проводиться в межах 90—1600 мм/хв. У комплект машини входить циркульний пристрій 9, штанга якого при різанні по окружності закріплюється на корпус машини. Маса машини без циркуля) 16 кг.



1-зубчате колесо; 2 -направляюче колесо; 3 - рукоятка; 4-реостат; 5-різаковий супорт; 6,7 - різак;8- штанга;9-циркульний пристрій.

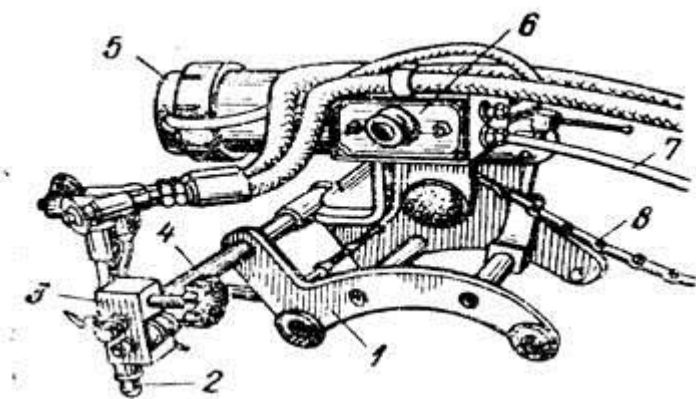
### **Рисунок 3. Загальний вигляд машини «Радуга»**

Переносна машина «Супутник» (рисунок 4) призначена для бескопіювальної обрізки труб діаметром 194— 1100 мм при товщині стінок 4,5—50 мм як під прямим кутом до осі труби, так і зі скосом кромки під зварювання під кутом до 35°. Візок машини кріпиться ланцюгом на трубі, по поверхні якої вона переміщається. На візку кріпиться різак. На панелі керування розташовані вимикач двигуна, тумблер реверсу ходу візка й реостат для регулювання

швидкості різання в межах 200—500 мм/хв. У цей час випускається машина «Спутник 3», що має подібну характеристику.

Переносний фланцеріз ПГФ-2—67 призначений для вирізки фланців і дисків з листової сталі товщиною 5—60 мм. Зубчасте кільце машини разом із супортом і різаком обертається в напрямних роликах. У середині кільця змонтовані горизонтальні напрямні з лінійкою, по якій пересувається супорт із різаком при установці необхідного розміру отвору, що вирізьблюється.

У напрямних змонтований механізм врізання, що дозволяє виконувати пробивання аркуша поза, що вирізьблюється контуру. На пульті керування встановлений регулятор швидкості (у межах 200—900 мм/хв) і тумблер реверсу ходу машини. Максимальний діаметр дисків, що вирізьблюються, становить 450, а мінімальний — 50 мм. Маса фланцеріза становить 26 кг.



1-візока; 2-різак; 3-супорт; 4-маховичок переміщення різака; 5-електродвигуш 6-панель управління; 7- електропровід; 8- ланцюг для кріплення машини на трубі.

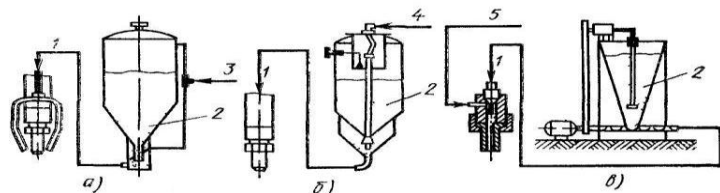
**Рисунок 4. Загальний вигляд підвісної машини «Спутник» для різання труб.**

## Урок 18. Киснево-флюсового різання

При звичайній кисневої різання високолегованих хромистих і хромонікелевих нержавіючих сталей на поверхні різку утворюється плівка тугоплавких оксидів хрому, що мають температуру плавлення близько 2000 °С і перешкоджають подальшому окислюванню металів в місці різку. Тому киснева різка цих сталей вимагає застосування особливих прийомів і способів. До розробки способу киснево-флюсового різання нержавіючих сталей користувалися прийомами різання, заснованими на створенні поблизу поверхні різку ділянок металу з високою температурою нагріву, що сприяють розплавленню плівки оксидів хрому.



Це досягалося введенням в розріз додаткового тепла від згоряння присадки з маловуглецевої сталі. В якості такої використовувалася сталева смужка, укладена уздовж лінії різку, або валик, наплавлений металевим електродом. Виділяється при згорянні заліза тепло, а також перехідне в шлак залізо (смужки або наплавлення) і його оксиди сприяють розрідженню і видаленню оксидів хрому. Цими способами можна було різати нержавіючу сталь невеликої товщини (10-20 мм), при цьому якість різку і продуктивність низькі, різка протікає нестійка і часто переривається.



**Рис.2.** Схема подачі флюсу:

а - із зовнішнім подаванням, б - однопровідная під високим тиском, в - з механічною подачею, 1 - газофлюсова суміш, 2 - флюс, 3 флюсонесущий газ, 4 - киснево - флюсова суміш, 5 - ріжучий кисень.

Більш досконалим способом різання високолегованих нержавіючих сталей є киснево-флюсового різання. У якості флюсу застосовують, як правило, залізний порошок із зернами 0,1-0,2 мм. Згораючи в струмені ріжучого кисню, залізний порошок виділяє додаткове тепло, яке підвищує температуру в місці різку. Внаслідок цього тугоплавкі оксиди залишаються в рідкому стані і, будучи розбавлені продуктами згоряння заліза, дають рідких шлаки. Різка протікає з нормальною швидкістю, а поверхня різку виходить чистою.

## Газо-дугове різання

За останні роки широке поширення одержали способи газо-дугового різання: повітряно-дугове, плазменно-дугове і плазмова. Вони застосовуються для різання багатьох металів і сплавів. У ряді випадків знаходить також застосування киснево-дугове різання сталі. Способи газо-дугового різання використовують зараз на багатьох підприємствах, що дає велику економію в народному господарстві. Ведуться роботи з механізації та автоматизації газо-дугового різання.

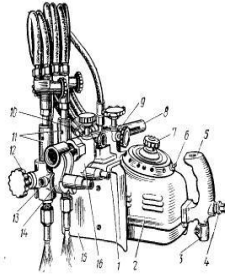


Рис. 73. Переносная газорезательная машина МГП-2

### Рис. 3. Переносна газорізальних машина МГП-2:

провідного механізму 1, нерухої державки 14, рухомий державки 16, газового колектора 10, різак 11, корпус 9, штанга 8. електрочастини 2, рукоятка 5, ролик 3, роз'єм 4, ручка потенціометра 7, тумблер 6, маховик 12, гайка 13, захисний щиток 15.

## Урок 19. Стаціонарні різальні машини

Газорізальних машина Одеса порталного типу призначена для кисневого різання листів з низьковуглецевої сталі товщиною від 5 до 100 мм. Машина оснащена координатним приводом і фотокопіювальних масштабнимпристроєм.

Газорізальних машина являє собою візок консольного типу з вбудованим в неї рейковим механізмом, призначеним для переміщення різачка в процесі різання. Привід рейкового механізму має дві швидкості - робочу, яка регулюється в залежності від перетину злитка і складу сталі, і прискорену для швидкого повернення різачка у вихідне положення. Для підйому різачка є електромеханічний привід. На візку встановлені електромагнітні клапани і флюсопідателі для харчування різачка газами і флюсом. На машині встановлено механізм повороту різачка на кут від 10 до - 20 в результаті чого забезпечується сталий врізання струменя ріжучого кисню в метал і прорізання нижньої кромки по закінченні різання.

Газорізальних машина за допомогою рейкового приводу 7 переміщається по рейкових шляхах паралельно осі рольгангу.

Газорізальні машина Одеса. Газорізальних машина Одеса, серійно випускається Одеським заводом Ав-тогенмаш, призначена для фігурного кисневого різання листів з низьковуглецевої сталі товщиною 5 - 100 мм привирізки деталей одночасно чотирма різачками і товщиною 300 мм при різанні одним різачком.

Газорізальні машина ЮГ-2 5К1 6. | Газорізальні машина ЮГ-8К4. Газорізальні машини з масштабним фотокопіювальних пристроєм в порівнянні з машинами з магнітним копіюванням економічні і зручні в експлуатації.

Газорізальні машини Зеніт і Кристал - 2К портального типу і конструктивно уніфіковані між собою.

Газорізальні машина АСШ-70. Газорізальних машина АСШ-70 (рис. 7) випускається Одеським заводом Автогенмаш. Ця машина відрізняється від машини АСШ-2 наявністю Панто-графного пристрою, циркуля і більш досконалим приводом. Пантографного пристрою дозволяє виконувати вирізку одночасно трьох деталей. Циркульна пристрій забезпечує вирізку фланців і дисків без шаблону.

Газорізальні машина Луч. Газорізальних машина СГУ з програмною приставкою Луч (рис. 10), до машини СГУ-1-60 розроблена приставка з програмним управлінням.

Газорізальні машини спеціального призначення бувають самих різних конструкцій, в тому числі автоматичні з програмним управлінням.

Французька газорізальних машина Logatome-108 (габарити 9 т.р. X 5 м), оснащена електронним копіювальним пристроєм (рис. VIII).

Кожна газорізальних машина повинна мати достатню кількість запасних і змінних мундштуків, вузлів оснастки, необхідних інструментів і копирів; бажано також мати запасні різакі. Переналагодження і регулювання окремих вузлів машин виробляються наладчиками. Профілактичний і поточний ремонт газорізальних машин, флюсопитателів, ризиків і оснащення виробляються за цеховою графіком робітниками, які підпорядковуються механіку цеху.

Всі газорізальні машини загального призначення, згідно з ГОСТ 5614 - 51 поділяються на різальні верстати РС і різальні прилади РП.

Схема різання змив-процесом. | Схемарізача гасоріза. 1 і 2-мундштуки, 3-голівка, 4-інжектор, 5-киснева трубка, 6-кисневий вентиль, /- гасовий вентиль, 8-рукоятка, 9-вентиль підігріває кисню, /0 маховичок, 1 /- азбестова набивка, - допоміжний мундштук. Різакі газорізальних машин по принципом дії не відрізняються від ручних. Зазвичай машинний різак має на зовнішній поверхні зубчасту рейку для переміщення по вертикалі в супорті машини при установці різача на заданій відстані від поверхні розрезаемого аркуша. Конструкція і тип різача визначаються типом машини, яку він комплектує. У газорізальних машинах застосовуються як інжекторні, так і безінжекторні (рівного тиску) різакі, що працюють на ацетилені, газах-замінниках і розпиленому гасі.

Схема поверхневої кисневого різання форми виплавлених канавок. | Схемарізача гасоріза. Різакі газорізальних машин за принципом дії не відрізняються від ручних.

Продуктивність газорізальних машин при різанні стали товщиною від 4 до 40 мм становить 20 - 40 м /год. Точність різання в багатьох випадках виключає подальшу механічну обробку. Існують машини, на яких можна обробляти листи до 6 м шириною і 36 м завдовжки.

У газорізальних машин шарнірного типу кріплення копіїв в стельовому положенні повинно виключати можливість їх падіння.

Крім газорізальних машин загального призначення, випускаються різні спеціалізовані машини, наприклад: машина МРВП-1 для різання у вертикальній і похилій площинах, машина ГР-1 Для обрізки труб.

У газорізальних машин шарнірного типу кріплення копіїв в стельовому положенні повинно бути таким, щоб виключалася можливість їх падіння.

У газорізальних машин шарнірного типу кріплення копіїв в стельовому положенні повинно бути таким, щоб виключалася можливість їхнього мимовільного (випадкового) падіння.

Вгазорізальних машині - частина машини, на якій кріпляться копії вирізаних деталей.

У газорізальних машині Супутник, конструктивно влаштованої аналогічно труборізи ГРВ-2 привід не ручний, а електричний, що полегшує роботу.

У газорізальних машинах застосовуються амплітудні і імпульсні фотокопіювальні системи.

Випускаються промисловістю газорізальні машини поділяються на машини загального призначення і спеціальні.

Фотокопіювальні системи газорізальних машин засновані на вимірюванні величини світлового потоку, що відбивається від точкового ділянки поверхні креслення-копіра, освітленого яскравим світлом. За допомогою фотодатчика, яким може бути або фотоелемент, або фотосопротивлення, відбитий світловий потік перетворюється в електричний струм. При відхиленні фотоголівка в сторону від лінії креслення-копіра керуючий струм змінюється так, що серводвигун повертає голівку назад на лінію.

Живлення електроенергією газорізальних машин в цехах має відповідати вимогам чинних Правил безпеки пристрої для електротехнічних установок.

Живлення електроенергією газорізальних машин у цехах повинно відповідувати вимогам діючих Правил безпеки та пристрої для електротехнічних установок.

У промисловості відомі газорізальні машини з магнітно-копіювальним приводом.

У них магнітний провідний ролик обкатується по контуру шаблону, а різак, жорстко зв'язаний з приводом, вирізає деталь, точно відповідну цьому контуру. У деяких випадках вирізка робиться по копійних щитах з фанери або із сплавів

алюмінію, найчастіше мають великі розміри, завдяки чому економиться сталь і дещо підвищується продуктивність різання. Однак ці листи дорого коштують, складні у виготовленні, крім того, для їх складування та зберігання потрібні значить: саяевиробничі площі, а для переносу й установки на робочих місцях - вантажопідіймальні крани.

Кінематичні схеми стаціонарних газорізальних машин. У деяких випадках газорізальні машини цих типів пристосовують для роботи з програмним керуванням. Вмашинах, оснащених програмними пристроями, що працюють від стрічки, інформація по вирізці виробів надходить від перфострічки або магнітної стрічки. У цьому випадку роботою машини управляє командоапарат (пульт) за програмою, записаною на стрічку.

Підготовка програмидля газорізальних машини з програмним управлінням складається з двох етапів.

Переміщення несучої частини газорізальних машини з розташованими на ній виконавчими елементами здійснюється різноманітними системами приводів. Привід головного руху машинизабезпечує рух виконавчих елементів (ризыків) по контуру вирізується деталі і є складовою частиною системи контурного керування. Всі ці приводи працюють в стежить режимі з отриманням поточної інформації про необхідну траєкторії виконавчогоелемента від задаючого пристрою. Цим визначається взаємозв'язок приводу з системою копіювання, кінематикою і конструкцією несучої частини машини.

При організації роботи газорізальних машин необхідно, крім загальних умов, мати на увазі деякі додаткові: правильно робити вибір місць встановлення машин; закріплювати за кожною машиною деталі, що підлягають вирізці з урахуванням технічних характеристик машин; забезпечувати безперебійну роботу машин; передбачати заходи боротьби з деформаціями та заходи, що забезпечуютьраціональне використання металу.

Схема роботи переносний машини. Детальний опис пристрою газорізальних машин і роботи їх вузлів наводиться в інструкції з експлуатації, яка додається до кожної машині, тому в даному розділі наводиться короткийопис і призначення тієї чи іншої машини, її переваги та основні технічні дані.

Ділянка з двох потокових ліній для кисневої вирізки деталей. Значно підвищується продуктивність газорізальних машини при механізації збирання вирізаних деталей,обрези і укладання на розкрійний стіл нових листів.

Цифрове програмне управління газорізальних машинами в порівнянні з системою фотоелектронного копіювання дозволяє оптимізувати режими і процес різання, що забезпечує підвищення продуктивностірізання (на 10 - 20%), точності та якості поверхні реза; підвищити ступінь автоматизації, робіт, завдяки чому полегшуються умови праці різьбярів і з'являється можливість обслуговування

одним оператором одночасно двох-трьох машин; скоротити трудомісткість підготовки програм в кілька разів і підвищити точність їх виготовлення, так як завдання даються безпосередньо в аналітичній формі і виключається вірогідність суб'єктивної помилки виконавців при виготовленні копій креслень.

Механізовану різку виробляють спеціальними газорізальними машинами.

ПОРТАЛЬНЕ ДАЗОРЕЗАТЕЛЬНАЯ МАШИНА - газорізальна машина, у якій несуча частина являє собою порталну візок, що переміщається по прямолінійних напрямних. Призначена для прямокутного розкрою листів (без скосу і зі скосом кромки), а також для одночасної вирізки смуг з листа.

ПОРТАЛЬНЕ-КОНСОЛЬНІ ДАЗОРЕЗАТЕЛЬНАЯ МАШИНА - газорізальна машина, у якій несуча частина складається з порталу і однієї або двох консолей. Призначена для одночасної обробки декількох листів.

ФОТОКОПІЮВАЛЬНІ ДАЗОРЕЗАТЕЛЬНАЯ МАШИНА - газорізальна машина, забезпечена фотокопіювальним пристроєм. Фотоелемент, поміщений в копіювальній голівці, стежить за лінією креслення в освітленому полі копіювального столу зміною струму направляє рух провідної головки машини або різачка.

Для кисневого різання застосовуються газорізальні машини з координатним рухом різачка в поздовжньо-поперечному напрямках або з пантографного пристроєм, обладнані копіювальними пристосуваннями.

ДИСТАНЦІЙНЕ УПРАВЛЕННЯ (роботою газорізальних машин) - управління зі спеціального пульта, що знаходиться на відстані від машини.

Установка для фасонної різання труб УФВТ-2М. Установка розроблена на базі газорізальних машини Одеса і складається з виконавчого агрегату і задає частини машини.

Все знову розроблювальні конструкції газорізальних машин оснащуються вогневою апаратурою, працюючої як на ацетилені, так і на замінниках ацетилену.

Основні дані процесу травлення і очищення сталевих прокату. РАСКРО листа проводиться на порталній газорізальній машині ПР-35 Двома різачками одночасно.

У США та Франції створені газорізальні машини зі столом довжиною до 25 м і такої ж довжини направляючими для візка автомата. На цих машинах можна встановлювати декілька щитів з набором шаблонів і виробляти в послідовному порядку розрізання відповідної кількості аркушів.

Схема різання і підготовки кромки під зварювання трьома (1, 2 3 різачками одночасно). | Гнучка деталей. В деяких країнах почали застосовувати газорізальні машини з програмним керуванням, в яких контур вирізується деталі задається математичними формулами або через координати його окремих точок. Для цього по кресленню вирізується деталі складають програмну таблицю, яка містить дані

режиму різання і контуру деталі. Дані таблиці кодують і переносять на паперову перфоровану стрічку. На рис. 11 показана схема такої машини.

Повинен знати: будову обслуговуваних газорізальних машин з фотоелектричним та програмним управлінням і масштабно-дистанційним пристроєм; процес кисневого різання легованих сталей; правила різання легованих сталей з підігріванням.

Магнітних КОПІРОВАЛЬНОЇ ГОЛОВКА (в газорізальних машині) - копіювальна голівка, робота якої заснована на принципі магнітного копіювання.

Будь-яка система цифрового програмного керування газорізальних машиною складається з двох принципово різних пристроїв: а) пристрої для підготовки програм і запису їх на носій інформації; б) пристрої для програмного керування рухом ризиків по заданому контуру і виконання технологічних і допоміжних операцій.

Найбільш досконалим є програмне управління газорізальних машиною, так як воно усуває необхідність виготовлення так званих копій-креслень, підвищує точність і знижує вартість різання. Контур деталі в цьому випадку задається у вигляді математичної функції або через координати окремих точок і у вигляді електричних імпульсів умовним кодом записується на магнітну стрічку. Магнітна стрічка проходить через пристрій, що зчитує (магнітофонну голівку), передавальну сигнали на підсилювач і звідти у виконавчу частину, керуючу параметрами різання і рухом каретки.

## **Урок 20. Основні умови різання металів**

Для забезпечення нормального процесу різання повинні бути виконані наступні умови:

1. Джерело теплоти повинен мати необхідну потужність, щоб забезпечити нагрів металу до необхідної температури згоряння металу, а кількість теплоти, що виділяється при згорянні металу в кисневої струмені, має бути достатнім для підтримки безперервного процесу різання,

2. Температура плавлення металу повинна бути вище температури його окислення (горіння) в кисні, інакше метал при нагріванні буде плавитися і примусово вилучатися з розрізу без характерного для процесу різання окислення, що є головним джерелом теплоти.

3. Температура плавлення металу повинна бути вище температури плавлення утворюються в процесі різання окислів, інакше тугоплавкі окисли ізолюють метал від контакту з киснем і ускладнять процес різання.

4. Утворені оксиди і шлак повинні бути жидкотекучими і легко видувати струменем ріжучого кисню, інакше контакт кисню з рідким металом буде уповільнений або зовсім неможливий.

Всім перерахованим умовам задовольняє вуглецева сталь, тому її можна різати киснем.

Першою умовою при газовому різанні не задовольняє мідь в зв'язку з її високою теплопровідністю, сильно ускладнює початок процесу різання, і низьким виділенням тепла при окисленні. Тому потужності газових різаків недостатньо для різання міді, і мідь можна різати, застосовуючи більш потужний тепловий джерело - електричну дугу.

Другому і четвертому умові не задовольняє чавун. У міру підвищення вмісту вуглецю в залозі процес різання значно погіршується через зниження температури плавлення і підвищення температури займання. Чавун, що містить більше 1,7% вуглецю, кисневої різкою не обробляється. Крім того, в'язкість шлаку значно зростає при збільшенні вмісту кремнію, який обов'язково міститься в чавуні, що також є однією з причин неможливості вести кисневу різку чавуну. Третя умова не задовольняється при різанні алюмінію, магнію і їх сплавів, а також сталей з великим вмістом хрому і нікелю. При нагріванні цих сплавів в процесі різання на їх поверхні утворюється плівка тугоплавкого оксиду, що перешкоджає надходженню кисню до неокислену металу.

#### **Основні параметри кисневої розділового різання:**

характеристики полум'я, що підігріває - потужність, горючий газ, співвідношення суміші горючого газу і кисню;

характеристики струменя ріжучого кисню - тиск, витрата, форма, чистота, швидкість різання.

Підігрівають полум'я має при різанні нейтральний характер ( $\eta = 1,1$  для ацетилену,  $\eta = 3,5$  для пропан-бутанової суміші). Потужність полум'я, що підігріває збільшують зі збільшенням товщини металу, що розрізає.

Якість кисневого різання. Якість різання характеризується точністю траєкторії і якістю поверхні різку. Найменші відхилення траєкторії (лінії) різку від заданої виходять при різанні на машинах з програмним, фотоелектронним і електромагнітним керуванням, найбільші - при ручному різанні без напрямних пристроїв. Величина відхилень залежить від довжини, товщини, стану поверхні листа, форми обрізана заготовки, кваліфікації різьбяра.

Якість різку характеризується Неперпендикулярність і шорсткістю його поверхні, рівномірністю ширини різку, наявністю підплавлення верхньої кромки і грата на нижній кромці.

Неперпендикулярність поверхні різку утворюється при зміні кута нахилу різача до поверхні листа, а також від розширення ріжучої струменя кисню при



виході її з різю. Шорсткість поверхні різю визначається кількістю і глибиною борозенок, що залишаються ріжучої струменем кисню. Борозенки мають зазвичай криволінійний обрис через відставання від осі мундштука ріжучої струменя кисню. Чим більше товщина металу, менше чистота кисню, тим більше відставання. Зазвичай відставання становить від 1 до 15 мм при прямолінійному різанні листів товщини від 5 до 200 мм. Глибина борозенок залежить від тиску кисню, швидкості різання, рівномірності переміщення різачка і складу пального. Величина оплавлення крайок знаходиться в прямій залежності від потужності полум'я, що підігриває до в зворотному - від швидкості різання. ГОСТ 14792 встановлює три класи якості при машинної різанні: 1-й клас-вищий, 2-й клас - підвищений, 3-й клас - звичайний. Для кожного класу встановлено граничні допуски на неперпендикулярність поверхні, на шорсткість і відхилення від лінії різю.

Для підвищення продуктивності і якості різю застосовують ряд різновидів кисневої розділового різання.

Швидкісна кисневе різання досягається за рахунок нахилу різачка на  $45^\circ$  в бік, зворотний напрямку переміщення. Швидкість різання листової сталі товщиною 3-20 мм підвищується в 2-3 рази, але погіршується якість різю.

Високоякісна швидкісна кисневе різання (змив-процес) дозволяє збільшити і швидкість (в 1,5-2,5 рази) і якість різання. Перше досягається за рахунок гострого кута нахилу різачка -  $25^\circ$ , друге - застосуванням спеціальних мундштуків, що мають три отвори для ріжучого кисню, розташованих по кутах рівнобедреного трикутника. Попереду переміщається основна ріжучий струмінь, яка здійснює різання металу на всю товщину. Дві інші струменя, розташовані з боків і ззаду основний, «захищають» гарячі кромки, утворені основною струменем, Недоліком способу з гострим кутом є неможливість фігурних різів і велика ширина різю.

Різка киснем високого тиску до 5 МПа забезпечує збільшення швидкості різання металу товщиною до 60 мм на 30-50%.

Сталі товщиною до 300 мм, розрізають звичайними універсальними різачками. Зварювання сталей великої товщини пов'язана з додатковими труднощами: необхідністю застосування високих тисків кисню, труднощами прогріву нижніх шарів металу і видалення шлаку на великій відстані від різачка. Тому стали великої товщини (понад 300 мм) ріжуть спеціальними різачками, мундштуки яких мають збільшені в порівнянні з універсальними різачками "прохідні перетини для ріжучого кисню. Застосовують науглероживається підігривають полум'я, так як в цьому випадку воно буде довшим.

**Поверхнєве кисневе різання металу.** Поверхнєвої кисневої різкою називається процес зняття кисневої струменем шару металу, В цьому випадку струмінь кисню спрямована до поверхні обробки під гострим кутом  $15-40^\circ$ , але

на відміну від розділового різання напрямком струменя збігається з напрямком різання, і метал, розташований попереду різачка, нагрівається переміщається нагрітим шлаком (рис. 8).

## Урок 21. ВПЛИВ СКЛАДУ СТАЛИ НА РІЗКУ

Температура займання стали в кисні залежить від вмісту вуглецю та інших елементів, від стану її поверхні (рихлості, шорсткості), тиску і швидкості струменя кисню та ін..

Чисте залізо у вигляді шматка має температуру займання в кисні  $1050^{\circ}\text{C}$ , а температуру плавлення тисяча п'ятсот тридцять дев'ять  $^{\circ}\text{C}$ . При утриманні в стали 07% вуглецю температура її займання в кисні підвищується до  $1300^{\circ}\text{C}$  і досягає температури плавлення цієї стали. В цьому випадку процес різання може.

Шорстка поверхня стали полегшує її займання. Рихлість матеріалу знижує температуру займання. Наприклад, якщо прокатне залізо інтенсивно окислюється при температурі  $1050^{\circ}\text{C}$ , то залізний порошок починає горіти в кисні при температурі  $315^{\circ}\text{C}$ .

При тиску кисню  $25\text{ кгс}/\text{см}^2$  і швидкості потоку  $180\text{ м}/\text{с}$  температура займання низьковуглецевої сталі в кисні знижується до  $700\text{-}750^{\circ}\text{C}$ .

При кисневому різанні, так само як і при зварюванні, поблизу місця різку утворюється зона термічного впливу, що сприяє утворенню тріщин при охолодженні кромки.

При різанні нержавіючих сталей можлива межкристалитна корозія (випадання карбідів хрому з розчину) після різання і іржавіння. Тому кромки цих сталей після різання киснем часто фрезерують або стругають на глибину  $0,5\text{-}3\text{ мм}$  при товщині до  $100\text{ мм}$ .

Для деяких марок високолегованої сталі після різання киснем застосовують термічну обробку для відновлення структури металу на крайках.

Властивість стали розрізатися киснем без освіти загартованого ділянки поблизу місця різання прийнято називати розрезаемостью.

Оцінка розрезаемості в залежності від хімічного складу стали проводиться за чотирибальною системою: 1) добре розрізати, 2) задовільно, 3) обмежено і 4) погано розрізати стали.

**Таблиця 1. Характеристика розрізуваності вуглецевих сталей**

Сталь	Характеристика розрізуваності
Низьковуглецева	Якщо вміст вуглецю до $0,3\%$ — розрізуваність добра
Середньовуглецева	При збільшенні вмісту вуглецю від $0,3$ до $0,7\%$ різання

	ускладнюється
Високовуглецева	При вмісті вуглецю від 0,7% до 1% різання ускладнене і необхідний попередній підігрів до 300-700°C. Коли вміст вуглецю більше 1-1,2%, то різання неможливе (без застосування флюсів)

**Таблиця 2. Характеристика розрізуваності конструкційних сталей**

Вміст вуглецю, %	Розрізуваність сталі	Марка сталі
До 0,3	Різання в будь-яких умовах без обмежень і без підігріву до і після різання	15Г, 20Г, 10Г2, 15М, 15НМ та ін.
До 0,5	У літній час добре без підігріву, в зимовий час ускладнюється необхідністю підігріву до 150°C	30Г, 40Г, 30Г2, 15Х, 20Х, 15ХФ, 10ХФ, 15ХГ, 20М, 12ХН3А, 20Х113А та ін.
До 0,8	Різання утруднюється здатністю до утворення загартованих тріщин. Необхідний попередній підігрів до 300°C	50Г-70Г, 35Г2-50Г2, 30Х-50Х та ін. 12ХМ-35ХМ, 40ХН-50ХН, 12Х2Н4А-20Х2Н4А 40ХФА, 5ХНМ, ШХЮ, 25ХМФА та ін.
Більше 0,8	Різання утруднюється здатністю до утворення тріщин після різання. Необхідний попередній підігрів до 300-400°C і уповільнене охолодження після різання	25ХГС-50ХГС, 33ХС-40ХС, 20Х3, 35ХЮА, 37ХН3А, 35Х2МА, 25НВА, 38ХМЮА, 40ХГМ, 45ХНМФА, 50ХГА, 50ХФА', 50ХГФА, ШХ15, ШХ15СГ та ін.

## Урок 22. Техніка кисневого різання

Перед різанням поверхню металу зачищають від окалини, іржі, фарби і бруду полум'ям різачка і металевою щіткою.

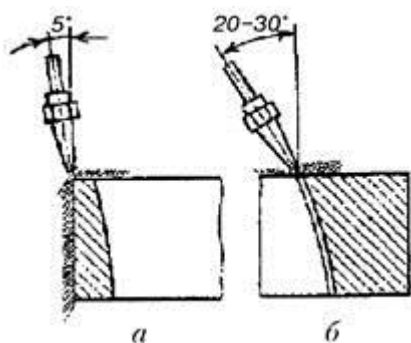
Розмічання виконують металевою лінійкою, рисувалкою і крейдою.

Листи вкладають горизонтально на опори. Величина вільного простору під листом повинна бути рівною половині товщини металу плюс 100 мм.

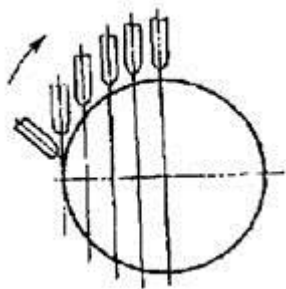
Перед різанням необхідно встановити тиск газів на редукторах, підібрати номери зовнішнього і внутрішнього мундштуків.

Перед початком різання підігрівне полум'я встановлюється на край металу для нагрівання кромки до температури оплавлення, після чого пускають ріжучий кисень.

Розташування різачка залежить від товщини металу. При товщині металу до 50 мм різачка спочатку встановлюють вертикально, а при більшій товщині металу — під кутом  $5^\circ$  до поверхні торця листа (рис. 2, *а*), а потім нахилиють на  $20-30^\circ$  у сторону, протилежну рухові різачка (рис. 2, *б*). Таке розташування сприяє кращому підігріву металу по товщині та підвищенню продуктивності різання. Проте його використовують тільки для прямолінійного різання, тому що при фігурному різанні різачка повинен бути розміщений строго вертикально. Початок різання проходить при збільшеному куті і з поступовим зменшенням кута до перпендикулярного розташування різачка всередині різа.



**Рисунок 2.** Розташування різачка при різанні листового матеріалу *а* — на початку різання; *б* — у процесі різання



**Рисунок 3.** Розташування різачка при різанні круглих заготовок

Для полегшення початку різання і прискорення нагрівання металу доцільно зробити зарубку зубилом у початковій точці різа.

Для забезпечення високої якості різа відстань між мундштуком і поверхнею металу слід тримати постійною (табл.). Для цього різачки комплектуються візками, циркулями, направляючими лінійками тощо.

**Таблиця.** Залежність відстані між мундштуком і поверхнею металу від товщини металу

Товщина металу, мм	3-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Відстань, мм	2-3	3-4	3-5	4-6	5-8	7-10

Примітка. При роботі на газах-замінниках ацетилену вказані відстані збільшують на 30-40%.

Ширина і чистота різа залежать від способу різання та товщини металу (табл.). При машинному різанні одержують більш чисті кромки і меншу ширину різа, ніж при ручному.

**Таблиця. Залежність між товщиною металу і шириною різа**

Товщина металу, мм	5-15	15-30	30-60	60-100	100-150
Ширина різа, мм	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5

При вирізанні деталей з листового металу всередині листа пробивають отвір. При невеликій товщині металу (до 20 мм) отвір пробивають різакром. Після закінчення попереднього нагрівання металу до температури оплавлення, підігрівне полум'я вимикається і на час пробивання отвору вмикається ріжучий кисень плавним відкриванням вентиля на різакром, після чого полум'я знову запалюється в розжареному металі. Така техніка пробивання отворів виключає можливість виникнення хлопків і зворотних ударів.

При пробиванні отворів глибиною від 20 до 50 мм лист треба встановлювати похило або вертикально, щоб полегшити скапування рідкого шлаку.

При товщині металу більше 50 мм початковий отвір свердлять.

Розташування різакром при різанні заготовок круглого перерізу показано на рис.3.

Початок різання по контуру повинен завжди знаходитись на прямій, що забезпечує одержання чистого різа на заокругленнях.

У прямокутному внутрішньому контурі початок різання може бути вибраний в будь-якому місці, крім кутів.

При вирізуванні фланців спочатку вирізають внутрішню частину, яка йде у відхід, а потім вирізають контур. Місце початку різання зовнішнього контура треба вибирати так, щоб проходило легке відокремлення металу, що йде у відхід.

Зовнішній контур вирізають в останню чергу. Це забезпечить вирізання деталей з меншими відхиленнями від розмічених контурів. Внутрішні напруги спотворюють контури різа. їх усувають різанням по внутрішньому контуру.

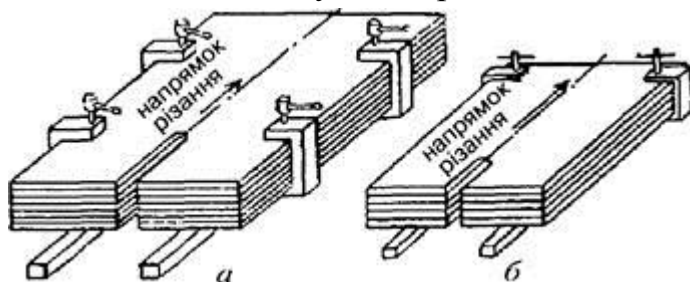
При різанні зі скосом кромки поверхні різа неоднакові за якістю — один кут оплавлюється сильніше, ніж другий (протилежний).

#### *Розділове кисневе різання листів*

Різання сталі малої товщини проходить із значним перегріванням, оплавленням кромки і жолобленням металу.

Для різання тонколистової сталі встановлюють внутрішній мундштук №0 і зовнішній №1. Краще різати з послідовним розташуванням підігрівного полум'я. Мундштук нахилиють під кутом 15-40° до поверхні різа в сторону, протилежну напрямку різання. Для одержання різа без задирок на кромках, необхідно використовувати кисень чистотою не менше 99,5%.

Кращу якість при кисневому різанні малих товщин, особливо при масовому різанні однакових деталей, забезпечує пакетне різання (рис. 54). Суть процесу полягає у тому, що листи складають в пакет, стягують струбцинами або спеціальними пристосуваннями і розрізають за один прохід різачка. Максимальна товщина листа не більше 4-6 мм, загальна товщина — не більше 100 мм. Необхідно, щоб листи були добре очищені і щільно прилягали один до одного.



**Рисунок 4. Пакетне різання листів сталі:**

*a* — із щільним притисканням пакета; *б* — із затисканням пакета зі сторони, протилежної початку різання

Потужність полум'я, витрати і тиск ріжучого кисню встановлюють за сумарною товщиною пакета. Швидкість різання пакету трохи менша швидкості різання одношарового різання сталі такої ж товщини. Верхній лист пакету при малій товщині жолобиться, тому на пакет накладають лист більшої товщини.

Пакетне різання рекомендують виконувати киснем низького тиску. У цьому випадку не треба примусового стискання листів (зазори між листами можуть досягати 3-4 мм). Пакет закріплюють з однієї сторони. Після різання поверхню зачищають від окалини і шлаків сталевією щіткою, а утворені напливи з нижньої кромки металу зрубують зубилом.

Кисневе різання сталей середньої товщини від 10 до 100 мм не викликає труднощів. Виконують звичайною апаратурою як ручним, так і механізованим способами при тиску кисню 2,5-6 кгс/см<sup>2</sup>.

Різання сталей великої товщини використовують у металургії і машинобудуванні (таблиця).

**Таблиця. Режими різання сталі великої товщини**

Товщина металу, мм	Тиск кисню перед різачком, кгс/см <sup>2</sup>	Витрати газу, м <sup>3</sup> /год	Швидкість різання, мм/хв	Відстань від кінця мундштука до поверхні металу, мм
--------------------	--	-----------------------------------	--------------------------	---

		кисню	ацетилену		
	1,2-1,6			120-150	20-30
	1,2-1,7			100-130	25-40
	1,2-1,8			90-110	30-50
	1,6-2,2			60-80	35-60
	1,6-2,3			50-65	40-65
	1,9-2,5			50-60	45-70
	2-2,5			40-50	50-75

Примітка. Для різання сталі товщиною до 800 мм доцільно використовувати різак РЗР-2.

Сталі товщиною до 300 мм ріжуть звичайними універсальними різачками. Основні труднощі пов'язані із застосуванням високого тиску кисню, необхідністю прогрівання нижніх шарів металу і видаленням шлаку на значній відстані від різачка.

Сталі товщиною більше 300 мм ріжуть спеціальними різачками, мундштуки яких мають збільшені прохідні отвори для ріжучого кисню.

Для зменшення нагрівання мундштука в процесі різання сталей великої товщини і зменшення забруднення його каналів, відстань від торця мундштука до поверхні металу беруть більшу, ніж при звичайному різанні.

Для різання сталей великої товщини застосовують науглець-ване підігрівне полум'я, тому що воно буде довшим.

Для підвищення стійкості процесу різання в момент урізання кисневого струменя в метал мундшток нахиляють під кутом 2-3° до вертикалі в сторону різання.

*Різання металу різного профілю*

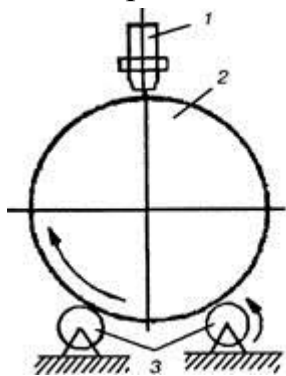
*Різання труб*

При кисневому різанні труб виконують обрізання торців труб для зварювання, вирізання отворів у трубах, обрізання труб та ін.

Труби можна різати в будь-яких просторових положеннях. Для труб малого діаметра різання виконується з неповоротною трубою. При різанні неповоротних труб великого діаметра різак переміщується по направляючій, а при різанні поворотних труб використовують спеціальні роликові стенди і каретки (рис. 55).

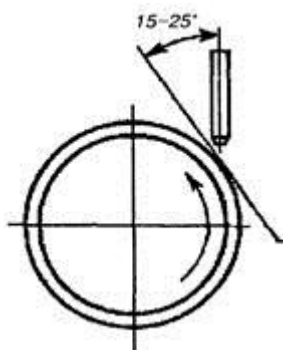
Швидкість різання труб із товщиною стінок 6-12 мм не перевищує 800 мм/хв.

Для підвищення швидкості різання різак установлюють під кутом 15-25° до дотичної в точці перетину осі різака з поверхнею труби (рис. 56). При цьому збільшується зона взаємодії кисню з металом і утворений в процесі різання шлак нагріває нову ділянку труби, завдяки цьому покращується окиснення металу. Але час попереднього підігріву збільшується до 60-70 с. Для зменшення часу нагрівання і практично миттєвого початку процесу необхідно ввести в зону реакції сталевий пруток. Середня швидкість різання труб Ø 300-1200 мм з товщиною стінки до 12 мм становить 1,5-2,5 м/хв, тобто підвищується в 2-3 рази порівняно з різанням із перпендикулярним розташуванням різака.



1 — різак; 2 — труба; 3 — привідні ролики

**Рисунок 5** Схема роликового стенду для різання труб



**Рисунок 6** Схема розташування різака при швидкісному різанні труб

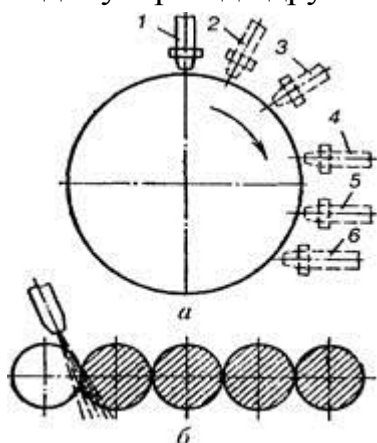
Різання виконують універсальними або вставними різакми. Режими встановлюють залежно від товщини металу відповідно до паспортних даних різаків.

*Різання сортового прокату*



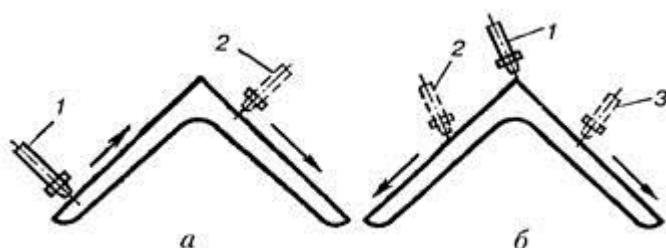
При різанні прутків круглого і квадратного перерізів необхідно враховувати невелику довжину лінії різання. При різанні круглих прутків мундштук у початковий момент розташовують перпендикулярно до поверхні металу. Після нагрівання металу відкривають вентиль ріжучого кисню і переміщують різак у напрямку різання, підтримуючи постійну відстань між торцем мундштука і поверхнею металу (рис. 7, а).

Для підвищення продуктивності при різанні прутків застосовують метод врізання з одного прутка на інший без зупинки (рис. 7, б). Заготовки квадратного перерізу починають різати з кута. Після нагрівання до температури спалаху головку різачка переводять у вертикальне положення і починають різання. Наприкінці різання, щоб у першу чергу прорізати нижній кут, різак нахиляють на  $5-10^\circ$  в сторону, протилежну напрямку різання. Послідовність операцій різання залежить від профілю прокату. Різання кутника починають з кромки полицки (рис. 8). Різак установлюють перпендикулярно до полицки на початку кромки і переміщують до обушка. Потім плавно розвертають, встановлюючи перпендикулярно до другої полицки і прогрівують кутник до кінця за один прохід.



**Рисунок 7. Різання прутків:**

а — круглої заготовки (1-6 — розташування різачка); б — декількох круглих заготовок



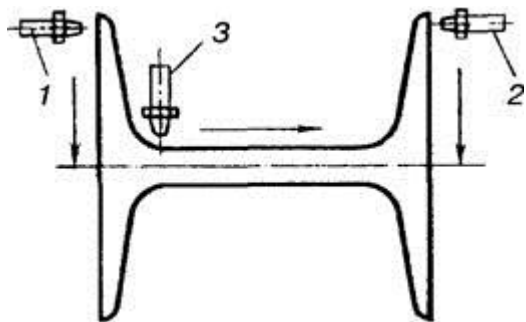
**Рисунок 8. Послідовність різання кутника:** а — різання кутника за один прохід: 1 — розташування різачка при різанні першої полицки; 2 — розташування різачка при різанні другої полицки; б — різання кутника з обушка: 1 —

розташування різачка при різанні з обушка; 2 — розташування різачка при різанні першої полицки; 3 — розташування різачка при різанні другої полицки

### *Різання профільного прокату*

Різання двотаврових балок починають із різання полицок, а потім прорізають стійку. При переході до стійки швидкість різання зменшують (рис. 59).

При різанні швелера різак можна розташовувати з внутрішньої або із зовнішньої поверхні швелера.



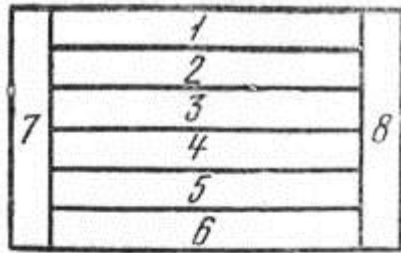
**Рисунок 9. Схема різання двотаврової балки:**

1,2 — розташування різачка при обрізанні полицок; 3 — при обрізанні стійки

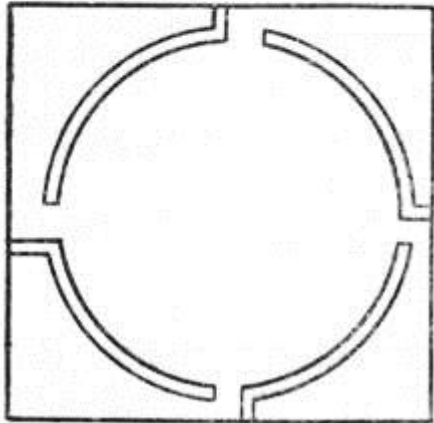
## **Урок 23. ЯКІСТЬ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ**

Якість різання визначається точністю різання і якістю поверхні різку.

Точність різання характеризується відхиленнями лінії різку від заданого контуру. Найменші відхилення лінії різку від заданої будуть при різанні на машинах з програмним, фотоелектрон-розум і електромагнітним керуванням; величина відхилень буде зростати при різанні на машинах з ручним керуванням або переносними машинами. Найбільші відхилення виходять при ручному різанні без напрямних пристроїв. Величина відхилень залежить також від довжини, товщини, стану поверхні листа, форми обрізана заготовки, кваліфікації різьбяра.



a)



b)

Мал. 1. Схема різання з защемлення (перемичками): а - різання смуг; 123 456 - вирізаються смуги, 7 8 - перемички, що вирізаються в кінці; б - вирізка круглої заготовки.

Якість різку характеризується Неперпендикулярність і шорсткістю його поверхні, рівномірністю ширини різку по всій товщині листа, наявністю підплавлення верхньої кромки і грата на нижній кромці.

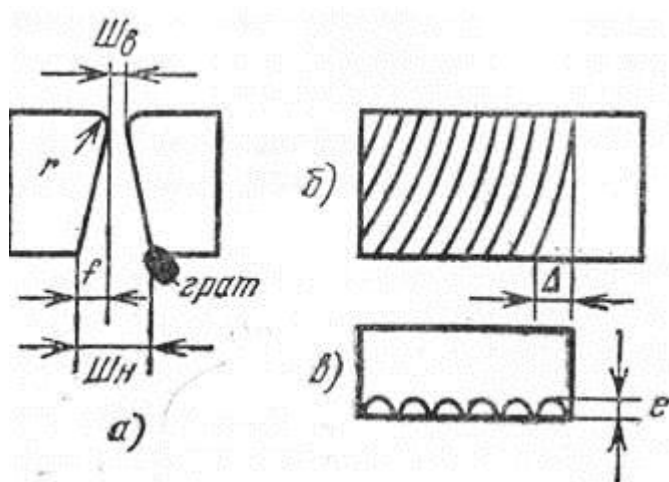
Неперпендикулярність поверхні різку утворюється при зміні кута нахилу різачка до поверхні листа, а також від розширення ріжучої струменя кисню.

Шорсткість поверхні різку визначається кількістю і глибиною борозенок, що залишаються ріжучої струменем кисню. Борозенки зазвичай мають криволінійний обрис через відставання А від осі мундштука ріжучої струменя кисню. Воно викликано запізненням горіння металу в нижніх шарах листа через забруднення струменя кисню аргоном, азотом, неможливістю підігріву полум'ям нижніх шарів металу і розширенням струменя кисню. Чим менше чистота кисню, то більша відставання борозенок і збільшення ширини різку в нижній частині листа. Величина відставання при різанні також залежить від конструкції мундштука і тиску ріжучої струменя кисню. Мундштуки з розширюється соплом при низькому тиску кисню сприяють збільшенню довжини підігріває полум'я та зменшення

відставання борозенок при різанні. Зазвичай відставання становить від 1 до 15 мм при прямолінійною різанні листів товщиною від 5 до 200 мм.

Глибина борозенок залежить від тиску кисню, швидкості різання, рівномірності переміщення різачка і складу пального. Чистіша поверхня різу досягається при використанні природного газу, водню, ніж ацетилену.

Величина оплавлення крайок знаходиться в прямій залежності від потужності полум'я, що підігріває і в зворотному - від швидкості різання. ГОСТ 14792-69 встановлює три класи якості поверхні при машинному різанні: 1-й клас - 'вищий, 2-й клас - підвищений, 3-й клас - звичайний. Для кожного класу встановлено граничні допуски на неперпендикулярність поверхні і на шорсткість, а також на відхилення від лінії різу.



Мал. 2. Параметри різу:

а - поперечний переріз різу, б - вид поверхні різу, в - вид зверху уздовж різу, Шв ширина різу вгорі, Шн ширина різу внизу, f - неперпендикулярність різу, е - глибина борозенок, Д - відставання, г - радіус оплавлення верхньої кромки

## Урок 24. ПОКАЗНИКИ РЕЖИМУ РІЗАННЯ

1. *Потужність полум'я* залежить від товщини металу, складу і стану сталі (прокат або поковка). При ручному різанні, через нерівномірність переміщення різачка, потужність полум'я слід збільшувати в 1,2—2 рази порівняно з машинним різанням. При різанні литих заготовок треба підвищувати потужність полум'я в 3-4 рази, тому що поверхня відливок покрита піском і пригаром.

Для різання сталі товщиною до 300 мм застосовують нормальне полум'я, а при різанні металу товщиною більше 400 мм доцільно використовувати підігрівне

полум'я з надлишком ацетилену для збільшення довжини факела і підігрівання нижньої частини розрізу.

2. *Тиск ріжучого кисню* залежить від товщини металу (табл.3), форми сопла і чистоти кисню. При недостатньому тиску струмінь кисню не зможе видутити шлаки з місця різа і метал не проріжеться на всю товщину. Коли надто великий тиск кисню, витрати його збільшуються, а розріз буде недостатньо чистим.

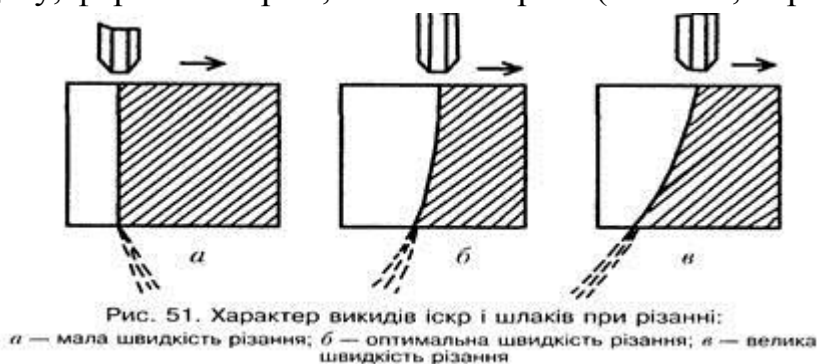
**Таблиця 3. Залежність тиску ріжучого кисню від товщини металу**

Товщина металу, мм		2	4	6
	-20	0-40	0-60	0-100
Тиск кисню, кгс/см <sup>2</sup>		4	5	7
	-4	-5	-6	-9

3. *Швидкість різання* повинна відповідати швидкості окиснення металу по товщині листа. Правильність вибору швидкості різання можна виявити за такими ознаками:

- при малій швидкості верхні кромки металу оплавлюються і розплавлені шлаки (оксиди) витікають з розрізу у вигляді іскр у напрямку різання (рис.1,а);
- при великій швидкості іскри вилітають в сторону, протилежну напрямку різання. Можливе непрорізання металу (рис.1, в);
- при оптимальній швидкості різання потік іскр і шлаку із зворотної сторони листа відносно спокійний і направлений майже паралельно до кисневого струменя (рис. 1, б).

Встановлено, що зменшення чистоти кисню на 1% знижує швидкість різання в середньому на 20%. На швидкість різання також впливає ступінь механізації процесу, форма лінії різа, якість поверхні (чистова, чорнова).



## Урок 25. Режим різання

Основні параметри режиму кисневого різання: тиск кисню, витрата ріжучого кисню, потужність полум'я, що підігріває і швидкість різання. При збільшенні тиску кисню збільшується і швидкість різання при збереженні якості поверхні

різу. Однак для кожного сопла і товщини стали існує оптимальна величина тиску, при підвищенні якої допустима швидкість різання зменшується, питома витрата кисню на одиницю довжини різання збільшується, а якість різання погіршується.

Витрата різального кисню складається з витрати на оксидування розрізає стали і на видування оксидів.

Чим вище вимога до якості поверхні різку, тим більшим повинні бути витрата кисню.

Потужність полум'я, що підігріває повинна забезпечити швидкий прогрів стали на початку різання і необхідний підігрів до температури займання стали в процесі різання. До початку різання сталь повинна бути нагріта до температури займання в кисні, яка для низьковуглецевої сталі складає 1350 торті 1360 ° С. Необхідна потужність полум'я, що підігріває залежить від роду пального полум'я і товщини стали і в меншій мірі від хімічного складу сталі. Так, наприклад, для ацетилено-кисневого полум'я тривалість початкового підігріву низьковуглецевої сталі товщиною 10 20 мм становить 5 10 хв, а для інших горючих газів, менш калорійних і володіють меншою температурою полум'я згорання в кисні, час початкового підігріву значно більше. Чим менше товщина стали, тим більшу роль відіграє підігрівають полум'я, яке повідомить при товщині стали 5 мм до 80% загальної кількості теплоти, що виділяється в процесі різання. Для малої товщини сталі (до 12 15 мм) необхідно застосовувати підвищену потужність полум'я за рахунок збільшеного змісту в горючій суміші кисню.

Швидкість різання залежить від товщини сталі, методу різання (машинний або ручний), форми лінії різку (прямолінійною або фасонної), виду різання і вимоги до якості різання.

При малій швидкості різання відбувається оплавлення кромки різку, при занадто великій - значно відстає киснева струмінь, в результаті утворюються непрорезавшійся до кінця ділянки і виконуються розриви різання.

Ширина різку залежить від товщини стали і становить орієнтовно 2 35 мм при товщині 5 60 мм. Основними показниками, що визначають якість поверхні різку, є профіль і чистота кромки різку. Профіль різку визначається за ступенем його перпендикулярності поверхні листа, чистота поверхні-за глибиною борозенок (шорсткості). Борозенки є концентраторами напружень і знижують міцність металу.

Для відповідальних конструкцій, схильних до динамічним навантаженням, застосовують методи високоякісної кисневого різання, наприклад змив-процес. Для цього способу застосовують трехструйний різак, в якому внутрішній канал служить для режучий струменя кисню, а зовнішні канали - для зачищають струмінь кисню. Швидкість різання при змив-процесі в 15 28 рази вище, а витрата кисню в 18 29 рази вище, ніж при звичайній різанні.

## Урок 26. Способи ручного кисневого різання

### Підготовка поверхні.

Перед різкою поверхню металу, що розрізає повинна бути ретельно очищена від окалини, іржі, фарби й бруду. Для ручного різання досить очистити полум'ям різачка місце різ у вигляді вузької смуги (30-50 мм) з подальшою зачисткою металевою щіткою. Перед механізованої різанням на стаціонарних машинах листи зазвичай правлять на Листоправильні вальцях і очищають усю поверхню або хімічною, або механічним (дробеструйной обробкою) шляхом.

Листи укладаються горизонтально на опори. Вільний простір під листом має становити половину товщини металу, що розрізає плюс 100мм.

### Положення і переміщення різачка в процесі різання.

Перед початком різання підогреваючим полум'ям нагрівають крайку розрізає металу до температури оплавлення і потім включають ріжучий кисень.

Положення різачка на початку різання залежить від товщини розрізаючої сталі. При прямолінійній різанні листової сталі товщиною до 50 мм різак встановлюється вертикально, а при великій товщині листа - під кутом 5<sup>про</sup> до поверхні торця аркуша. Потім його нахиляють на 20-30<sup>про</sup> убік, зворотну руху різачка. Таке положення різачка сприяє кращому прогріванню металу по товщині і підвищенню продуктивності різання. При вирізці фігурних деталей різак повинен бути строго перпендикулярний до поверхні металу, що розрізає. Для полегшення різання і прискорення прогрівання металу доцільно робити зарубку зубилом в початковій точці різ у.

### Пробивання отворів.

Техніка пробивання отворів у листової сталі має особливості. При невеликій товщині металу (до 20 мм) і виконанні різання вручну пробивання отворів усередині контуру листа проводиться різачком. Після попереднього нагрівання металу до температури оплавлення Підігріває полум'я вимикається і на час пробивання отвору за допомогою вентиля на різачку включається подача ріжучого кисню, після чого полум'я знову запалюється в розпеченому металі. Така техніка пробивання отворів виключає можливість виникнення ударів і зворотних ударів.

При пробиванні отворів у металі товщиною від 20 до 50 мм лист слід встановлювати в похилому положенні або вертикально для полегшення стікання утворюється шлаку.

При пробиванні отворів у металі товщиною більше 50мм спочатку свердлінням виконується невеликий отвір.

Машинна різання допускає можливість пробивання отворів різачками в металі товщиною до 100 мм. Для цього після нагріву місця пробивки до температури

оплавлення повільно збільшують тиск ріжучого кисню до необхідного значення з одночасним включенням різачка (машини), швидкість якого повинна складати 150-600 мм / хв. Завдяки такому прийому бризки металу не потрапляють на торець різачка, зменшується ймовірність пострілів і зворотних ударів. Отвори можна пробивати як з контуру, так і поблизу його.

У процесі різання відстань від торця мундштука до металу слід підтримувати постійним. При ручній різанні це досягається використанням спеціальних візків, що прикріплюються до голівки різачка, а при машинної - укладанням листа в строго горизонтальне положення і застосуванням супортів з плаваючою кареткою (обробка листів, що не піддавалися редагуванню).

У разі різання листів товщиною до 100 мм відстань від торця мундштука до поверхні металу, що розрізає повинна бути на 2 мм більше довжини ядра полум'я. Прирізці сталі завтовшки більше 100 мм і роботи на газах-замінниках ацетилену вказану відстань збільшують на 30-40%, щоб уникнути перегріву мундштука.

### **Ручна розділова киснева різка.**

#### **Різка листів.**

Ручна розділова різання застосовується для різання листів, поковок профільного прокату і скрапу. При різанні в якості пального газу використовується як ацетилен, так і гази-замінники ацетилену (пропан-бутан, природний газ та ін.) В останньому випадку збільшується час попереднього підігріву металу до початку процесу різання, тому краще використовувати ацетилен (де це можливо). Різка скрапу переважно проводиться із застосуванням рідкого пального (гас, бензин та їх суміші).

Для різання листів товщиною від 3 до 300 мм використовуються універсальні ручні різачки Р2А-01, РЗП-01, а до 800 мм - спеціалізовані різачки типу рзр-2. Різка сталі малої товщини супроводжується значним перегрівом, оплавленням крайок і викривленням металу, що розрізає. При цьому на різачках встановлюється внутрішній мундштук № 0 з мінімальним отвором для ріжучого кисню і зовнішній мундштук № 1. Кращі результати дає різання з послідовним розташуванням полум'я, що підігріває і ріжучого кисню. Різання ведуть з максимальною швидкістю і мінімальною потужністю полум'я, що підігріває. Мундштук різачка нахиляють під кутом 15-40 ° до поверхні реза в бік, зворотний напрямку різання.

Перед початком різання потрібно покласти лист на опори, очистити місце різку і встановити на різачку мундштуки в залежності від товщини розрізаючої сталі. Потужність полум'я і тиску газів (кисню і пального) регулюють при відкритому вентилі ріжучого кисню. Підігрів листа починається з кромки і триває зазвичай 3-10 с. Якщо різання починають з середини листа, тривалість підігріву збільшується в 3-4 рази.



Точність і якість ручної різання залежать від правильного вибору режимів і кваліфікації різьбяра. Щоб підвищити точність, різання виконують по розмітці і направляють (при прямолінійному різанню). Якість різання в значній мірі залежить від своєчасного пуску ріжучого кисню, рівномірного переміщення різачка і підтримки постійного відстані між різачком і поверхнею аркуша. Для цього використовують найпростіші пристосування: циркуль для вирізки фланців і отворів, візок для підтримки постійного відстані між різачком і поверхнею листа; напрямну лінійку або куточок для прямолінійних різів і т. д.

Існують особливі технологічні прийоми підвищення якості ручної різання. До них відносяться, наприклад, безгратовая і пакетна різка.

*Безгратовая різання* застосовується для отримання поверхні розрізування без грата на нижніх крайках. При цьому використовують кисень чистотою не нижче 99.5 і сопло ріжучого кисню з розширенням на виході (для різання металу товщиною понад 12 мм).

*Пакетна різка* дозволяє отримувати якісний рез тонких аркушів (товщиною 1,5-2 мм). Листи складаються в пакет і стягуються струбцинами. Максимальна товщина кожного аркуша 8-10 мм, а загальна товщина пакета - не більше 100 мм. Режими різання встановлюються за сумарною товщині пакету, однак швидкість їй повинна бути трохи нижче, ніж для одношарової сталі тією ж товщини. Пакетну різку можна здійснювати без щільного прилягання листів (з зазорами між ними до 3-4 мм). У цьому випадку пакет закріплюють з одного боку і виконують різання киснем низького тиску (0,3-0,5 МПа) з розсвердлюванням горлового каналу мундштука на 0,3-0,4 мм. Полегшує початок процесу різання збірка листів з невеликим зсувом. Пакетну різку використовують і при машинній різанні.

#### **Різка поковок і відливів.**

Виробляється ручним різачком типу рзр-2, які працюють на пропан-бутані в суміші з киснем. Цей різак різє поковки і вилівки товщиною від 300 до 800 мм. Для забезпечення якісної різання заготовок такої товщини важливе значення мають положення різачка і швидкість його переміщення. На початку різання різак розташовують під прямим кутом до поверхні, що розрізає або під кутом 5<sup>про</sup> убік, зворотну руху. Після попереднього підігріву місця початку різання і пуску ріжучого кисню необхідно переконатися в повному прорізанні металу по всій товщині і потім почати переміщення різачка. До кінця різку слід трохи знизити швидкість різання і збільшити кут нахилу різачка в бік, зворотний руху, до 10-15<sup>о</sup> для забезпечення повного прорізання кінцевої ділянки та зменшення відставання ліній різку.

#### **Різка труб.**

Ручна кисневе різання використовується для обрізки торців труб під зварювання, вирізки дефектних ділянок і отворів в трубопроводах і т.д. Різка виконується з використанням в якості пального газу ацетилену або газів-замінників. Труби можна різати в будь-яких просторових положеннях. Різка труб невеликого діаметра виконується без їх повороту. При різанні неповоротних труб великого діаметра різак переміщається по напрямній косинцю, а при різанні поворотних труб використовуються спеціальні каретки і роликові стенди.

Швидкість різання труб з товщиною стінок 6-12 мм не перевищує 800мм/мін. Для підвищення швидкості різання різак встановлюють під кутом 15-25 ° до дотичної в точці перетину осі різака з поверхнею труби. При цьому збільшується зона взаємодії кисню з металом і утворюється в процесі різання шлак нагріває лежить попереду ділянку труби, завдяки чому поліпшується окислення металу. Однак час попереднього підігріву поверхні труби до температури запалення збільшується до 60-70С. Щоб уникнути цього, необхідно ввести в зону реакції сталевий пруток (або залізний порошок). У цьому випадку середня швидкість різання труб діаметром 300-1020 мм з товщиною стінки до 12 мм становить 1,5-2,5 м / хв, тобто підвищується в 2-3 рази в порівнянні з різкою при перпендикулярному розташуванні різака.

Різка виробляється універсальними або вставними різакми. Режими її встановлюються в залежності від товщини металу згідно з паспортними характеристиками різаків.

#### **Різка профільного прокату.**

Послідовність операцій різання залежить від профілю металу, що розрізає. Різання куточка починають з кромки полки. Різання двотаврових балок починають з різання полиць, а потім прорізають стійку.

#### **Поверхнєве кисневе різання.**

Поверхневою кисневою різкою називають процес зняття шару металу кисневою струменем. Ця різка відрізняється від розподільчої тим, що замість наскрізного розрізу на поверхні оброблюваного металу утворюється канавка. Профіль її залежить від форми і розмірів вихідного каналу мундштука для ріжучого кисню, а також режимів різання і розташування (кут нахилу) різака щодо листи.

Суть процесів розділової та поверхневої різання однакова. Однак в останньому випадку струмінь кисню направляє під гострим кутом до поверхні металу і швидко переміщається. Джерелом нагріву металу є не тільки підігрів полум'я різака, але і розплавлений шлак, який, розтікаючись по поверхні листа вздовж лінії різку, підігрів нижні шари металу. Отже, при поверхневій різанні ефективніше використовується теплота, що виділяється в результаті окислення заліза, ніж при розділовій. У результаті цього швидкість поверхневої різання досягає 2-4 м / хв, відповідно підвищується

і продуктивність праці. Ручним різакром видаляється до 40 кг / год металу, в той час як при пневматичної вирубці - не більше 2-3 кг / ч.

Поверхнева різання широко застосовується в металургійній промисловості і зварювальному виробництві. У зварювальному виробництві поверхнева різання використовується для вирізки дефектних ділянок швів і при ремонтних роботах. Ручна різання виконується різакрами типів РПК і РПА, а машинна за допомогою машин вогневої зачистки (МОЗ). Вони видаляють шари металу товщиною від 0,5 до 3,5 мм одночасно з чотирьох сторін сляба або Блюма.

Продуктивність суцільний зачистки прокату велика і становить 600-1000 кг / год залежно від сортаменту оброблюваної сталі. Швидкість руху металу при зачистці досягає 45-50 м / хв.

Ручна зачистка починається з прогріву початкової ділянки до температури запалення металу. При включенні ріжучого кисню утворюється осередок горіння металу і забезпечується стійкий процес зачистки за рахунок рівномірного переміщення різакра вздовж лінії різку. При нагріванні різак звичайно розташовується під кутом 70-80 ° до поверхні. У момент подання ріжучого кисню його нахиляють на 15-45 °.

За інших рівних умов глибина і ширина канавки залежать від швидкості різання і з її збільшенням зменшуються. Глибина канавки збільшується із зростанням кута нахилу мундштука різакра, підвищенням тиску ріжучого кисню і зменшенням швидкості різання. Ширина канавки визначається діаметром каналу ріжучої струменя кисню. Щоб уникнути появи заходів сонця на поверхні заготовки, ширина канавки повинна бути в 5-7 разів більше її глибини.

При необхідності зачистки дефектів на значній поверхні зазвичай виробляють різання «ялиночкою» за один або кілька проходів, надаючи різакра коливальні рухи. Відстань між мундштуком і зачищають металом повинно бути постійним.

Поверхнєве кисневе різання може бути використана для зачистки дефектів на поверхні високолегованих сталей. У цьому випадку слід застосовувати киснево-флюсового різання у поєднанні з поверхневою, використовуючи різакри типу РПА або інші з киснево-флюсового оснащенням і установку типу УГПР.